

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78

S.G.C. GROSSETO - FANO

Adeguamento a 4 Corsie nel Tratto Grosseto - Siena

(S.S. 223 "DI PAGANICO") dal Km 27+200 al Km 30+038 - Lotto 4

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **FI13**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Vladimiro Rotisciani
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A376

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.

Dott. Ing.
Antonio Scalamandrè

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
Dott.Arch. N.Kamenicky
Dott.Ing. V.Truffini
Dott.Arch. A.Bracchini
Dott.Ing. F.Durastanti
Dott.Geol. G.Cerquiglini
Geom. S.Scopetta
Dott.Ing. L.Sbrenna
Dott.Ing. E.Sellari
Dott.Ing. L.Stoppini
Dott.Ing. L.Dinelli
Dott.Ing. L.Nani
Dott.Ing. F.Pambianco
Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. S.Sacconi
Dott. Ing. G.Cordua
Dott. Ing. V.De Gori

Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. F.Macchioni
Dott. Ing. M.Sorbelli
Dott. Ing. V.Piunno
Dott. Ing. G.Pulli



**STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO
IDROLOGIA, IDRAULICA**

Sistemazione Fosso dei Diacci: Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.
L0702B E 1701

NOME FILE

T00-ID00-IDR-RE02-A

CODICE ELAB.

T00 ID00 IDR RE02

REVISIONE

A

SCALA:

-

A

Emissione

16/10/2017

F.Macchioni

V.Rotisciani

N.Granieri

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
3. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO.....	4
3.1 INQUADRAMENTO SEZIONE.....	4
4. TOMBINO SCATOLARE.....	6
4.1 GEOMETRIA DELL'OPERA.....	6
4.2 ANALISI DEI CARICHI.....	7
4.3 CONDIZIONI DI CARICO.....	10
4.4 COMBINAZIONI DI CARICO.....	11
4.5 MODELLAZIONE: INPUT.....	13
4.6 MODELLAZIONE: OUTPUT.....	20
4.7 VERIFICHE ELEMENTI SCATOLARE.....	24
4.8 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO.....	40
5. CANALE IN C.A.	46
5.1 GEOMETRIA DELL'OPERA.....	46
5.2 ANALISI DEI CARICHI.....	46
5.3 CONDIZIONI DI CARICO.....	48
5.4 COMBINAZIONI DI CARICO.....	49
5.5 MODELLAZIONE: INPUT.....	51
5.6 MODELLAZIONE: OUTPUT.....	54
5.7 VERIFICHE ELEMENTI CANALE.....	57
5.8 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO.....	68



*Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori*

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Adeguamento a 4 Corsie nel Tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 "DI PAGANICO") dal
Km 27+200 al Km 30+038 - Lotto 4

PROGETTO ESECUTIVO

SISTEMAZIONE FOSSO DEI DIACCI: RELAZIONE DI CALCOLO

MANDATARIA



MANDANTE



ICARIA
società di ingegneria

2 di 75

1.PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere d'arte per la sistemazione del Fosso dei Diacci, eseguite per la progettazione del 4° lotto dei lavori di adeguamento della S.G.C. E78 Grosseto - Fano tra le progressive Km 27+200.00 e Km 30+038 (tratta Grosseto - Siena), nel territorio del Comune di Civitella Paganico.

Il fosso dei Diacci interseca la S.G.C. E78 al km 2+427 del lotto IV.

Le opere per la sistemazione del fosso sono le seguenti:

- Tombino scatolare 3.0x3.0 posto alla progr. 2+427.60 km;
- Canale in c.a. relativo alla sistemazione idraulica di Fosso Diacci.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L. 05.11.1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

D.M. LL.PP. del 14.02.1992. Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. del 09.01.1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. del 16.01.1996. Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

D.M. del 16.01.1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Ministeriale del 04.07.1996 n. 156AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16.01.1996.

L. 02.02.1974, n. 64. Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche.

D.M. LL. PP. E INT. 19.06.1984. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

D.M. LL. PP. 11.03.1988. Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 24.07.1988, n. 30483/STC.

Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11 Marzo 1988. Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 15.10.1996 N°252. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M.09.01.1996

Circolare Ministeriale del 10.04.1997 N°65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M.16.01.1996

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3274 del 20.03.2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3431 del 10.05.2005. Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza N°3274.

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.09.2005 (TU 2005)

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.01.2008 (NTC 2008)

3. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini (Figura 2) sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

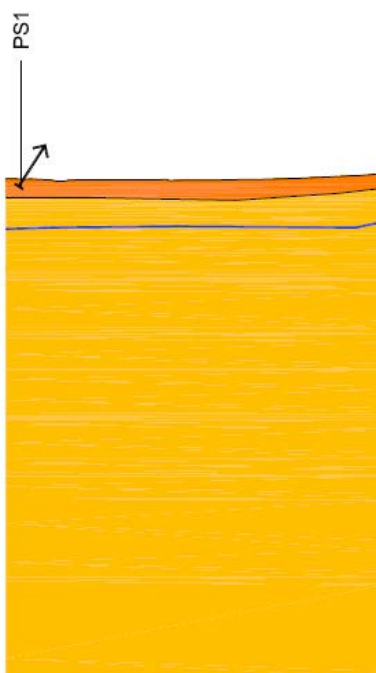


Figura 1 – Stralcio stratigrafico tombino e canale.

3.1 INQUADRAMENTO SEZIONE

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata nella tabella seguente:

Da 0.00 a -2.00	Unità geotecnica 1 (U1) di terreni sciolti risultanti dall'alterazione delle formazioni metarenacee e metasiltitiche inferiori.
Da -2.00 a -	Unità geotecnica 2 (U2) che comprende metarenarie e metasiltiti

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipi		Parametri geotecnici			
Cod.	Descrizione	γ (KN/m ³)	c' (KPa)	ϕ' (deg)	E (MPa)
U1	Alterazione delle formazioni metarenacee e metasiltitiche	19	25	26	30
U2	Metarenarie e metasiltiti	23	300	48	2000

La profondità della falda nella zona del tombino idraulico è 7.00 m dal P.C.

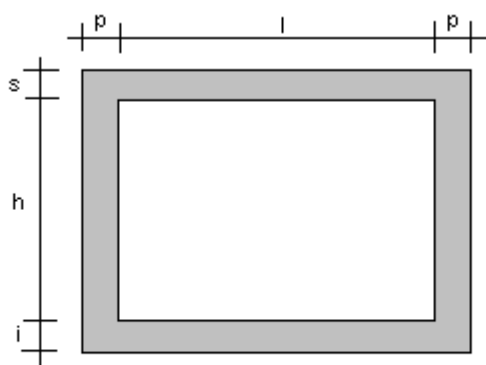
Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	γ (KN/m ³)	c' (KPa)	ϕ' (deg)
R	Riempimento	19	0	35

4. TOMBINO SCATOLARE

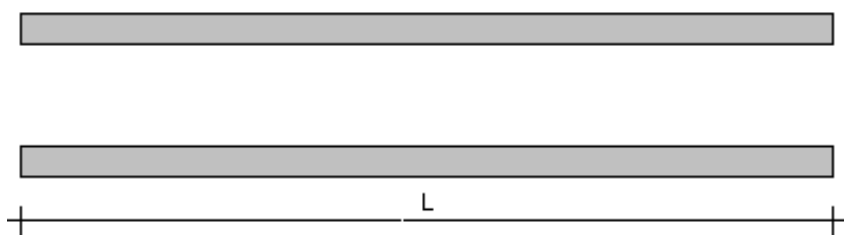
4.1 GEOMETRIA DELL'OPERA

Lo scatolare sottopassa la strada ad una distanza tra piano stradale ed estradosso soletta superiore di 2,50 m. Le dimensioni interne dello scatolare sono 3,00 x 3,00 m nella sezione retta, con soletta superiore, soletta inferiore ed i piedritti di spessore 0,50 m. La lunghezza del manufatto è pari a circa 22,0 m. Le sezioni caratteristiche trasversale e longitudinale sono riportate nelle figure seguenti.



$h = 3.00 \text{ m}$
$l = 3.00 \text{ m}$
$p = 0.50 \text{ m}$
$s = 0.50 \text{ m}$
$i = 0.50 \text{ m}$
$L = 22.0 \text{ m}$

SEZIONE TRASVERSALE



SEZIONE LONGITUDINALE

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Poiché l'asse stradale sovrappassa il monolite secondo un angolo di inclinazione di $58,0^\circ$ rispetto all'asse del monolite e poiché la soletta superiore di tale monolite verrà armata in tale direzione, nella successiva analisi agli elementi finiti si considera una porzione di scatolare di larghezza 1,00 m con inclinazione di $32,0^\circ$ rispetto alla sezione

retta. La rigidezza delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 600000 kN/m^3 .

4.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi permanenti, accidentali ed azioni sismiche sono riassunti nel foglio di calcolo riportato sotto insieme ai parametri geometrici, geotecnici e di traffico stradale riguardanti la struttura di cui alla presente relazione.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLO SCATOLARE			
Angolo inclinazione sottovia (°)	58.00	Spessore soletta superiore (m)	0.50
Altezza interna scatolare (m)	3.00	Spessore soletta inferiore (m)	0.50
Larghezza interna scatolare (m)	3.00	Larghezza piedritti (m)	0.50
Lunghezza dello scatolare (m)	22.00	Area della sezione (mq)	7.00
		Peso proprio dello scatolare (KN/m)	175.00

Angolo attrito terreno ricoprimento (°)	35	Dati per analisi sismica NTC 2008:	
Peso specifico ricoprimento (kN/mc)	18.00	Sottosuolo tipo	B
Peso specifico pavimentazione (kN/mc)	20.00	Categoria topografica	T1
Angolo attrito terreno laterale (°)	35	$K_h =$	0.04
Peso specifico terreno laterale (kN/mc)	19.00	$S_s =$	1.20
Coeff. spinta in quiete K_0	0.43	$S_T =$	1.00
Angolo muro - verticale (°)	0	$\beta_m =$	0.24
Angolo attrito muro - terreno (°)	0	$a_g/g =$	0.140
Angolo inclinazione terreno (°)	0	$K_v =$	0.02

Dimensioni in asse scatolare:	
Angolo inclinazione sottovia (°)	58.00
Altezza (m)	3.50
Larghezza sezione retta (m)	3.50
Larghezza direzione strada (m)	4.13
Lunghezza (m)	22.00

ANALISI DEI CARICHI	
Spessore soletta superiore (m)	0.50
Spessore soletta inferiore (m)	0.50
Larghezza piedritti (m)	0.59
Spessore pavimentazione (m)	0.70
Spessore ricoprimento (m)	1.80

CARICHI PERMANENTI VERTICALI	
Pesi propri:	
Soletta sup. (kN/mq)	12.50
Soletta inf. (kN/mq)	12.50
Piedritti (kN/mq)	14.74
Sovraccarichi permanenti soletta superiore:	
Pavimentazione (kN/mq)	14.00
Ricoprimento (kN/mq)	32.40

CARICO DISTRIBUITO SOVRACCARICO MOBILE		
Carico stradale concentrato Q1k (kN)	600	interasse 1.2 m
Larghezza di ripartizione lungo x (m) =	6.02	
Lunghezza di ripartizione lungo y (m)	6.38	
Carico stradale distribuito Q1k (kN/mq)	15.62	* applicato sulla larghezza di ripartizione lungo x
Carico stradale q1k (kN/mq)	9.00	* da applicare all'infuori il Q1k

SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE	
Spinta parete di sinistra (100%) in corrispondenza linea d'asse soletta superiore (kN/mq)	21.81
Spinta parete di sinistra (100%) in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)	50.17
Spinta parete di destra (60%) in corrispondenza linea d'asse soletta superiore (kN/mq)	13.09
Spinta parete di destra (60%) in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)	30.10

SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL SOVRACCARICO ACCIDENTALE	
Carico stradale (kN/mq)	6.66

Parametri ridotti

Angolo attrito terreno ricoprimento (°)	35
Peso specifico ricoprimento (kN/mc)	18.00
Peso specifico pavimentazione (kN/mc)	20.00
Angolo attrito terreno laterale (°)	29
Peso specifico terreno laterale (kN/mc)	19.00
Coeff. spinta in quiete K_0	0.52
Angolo muro - verticale (°)	0
Angolo attrito muro - terreno (°)	0
Angolo inclinazione terreno (°)	0

SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE con parametri ridotti	
Spinta parete di sinistra (100%) in corrispondenza linea d'asse soletta superiore (kN/mq)	26.35
Spinta parete di sinistra (100%) in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)	60.61
Spinta parete di destra (60%) in corrispondenza linea d'asse soletta superiore (kN/mq)	15.81
Spinta parete di destra (60%) in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)	36.37

SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL SOVRACCARICO ACCIDENTALE	
Carico stradale (kN/mq)	8.05

FRENATURA	
Carico stradale Q1k (kN/m)	16.87

RITIRO	
Variazione termica unif. su soletta sup	30°C

VARIAZIONE TERMICA	
Variazione termica unif. Su soletta sup	±15°C
Gradiente termico su soletta sup	±10°C

AZIONE SISMICA SU STRUTTURA			
Forza orizzontale su soletta sup. (kN/m)		11.20	
Forza orizzontale su piedritti (kN/mq)		0.59	
Forza verticale su soletta sup. (kN/mq)		1.19	
AZIONE SISMICA SUL TERRENO			
Tale azione non è da cumularsi con la spinta a riposo del terreno			
K _{ae} = 0.372			
SPINTE ATTIVE IN CONDIZIONI SISMICHE			
Spinta in corrispondenza linea d'asse soletta superiore (kN/mq)			19.03
Spinta in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)			43.78
REAZIONE DEL TERRENO			
Coeff. di Winkler (kN/mc)		600000	
	Area influenza (mq)	F _v	F _h
Nodo 1 estremo di sinistra	0.663	397800	1050000
Nodo 2	0.826	495600	
Nodo 3	0.826	495600	
Nodo 4	0.826	495600	
Nodo 5	0.826	495600	
Nodo 6 estremo di destra	0.663	397800	1050000

4.3 CONDIZIONI DI CARICO

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

- 1: sovraccarichi permanenti verticali (Sovracc.Perm.)
- 2: spinta terreno con parametri reali (Spinta Terreno)
- 3: spinta terreno con parametri ridotti (Spinta Terreno R)
- 4: carichi accidentali verticali (Carico Q1k)
- 5: spinta accidentali con parametri reali (Spinta Q1k)
- 6: spinta accidentali con parametri ridotti (Spinta Q1k R)
- 7: ritiro (Ritiro)
- 8: variazioni termiche (Termico)
- 9: sisma su struttura (SismaStrutt.)
- 10: sisma su terreno con parametri ridotti (SismaTerr,R)
- 11: frenatura (Frenatura)

Una rappresentazione grafica dei carichi agenti per ciascuna delle singole condizioni è fornita ai paragrafi successivi.

4.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.14 gennaio 2008.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P=1$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequentissimi)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanentissimi)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

SLU 1 : A1+M1

SLU1a: 1.35 Peso Proprio + 1.5 Sovracc.Perm. + 1.35 Spinta Terreno + 1.35 Carico Q1k + 1.35 Spinta Q1k + 1.2 Ritiro + 1.2 Termico

SLU1b: 1.35 Peso Proprio + 1.5 Sovracc.Perm. + 1.35 Spinta Terreno + 1.35 Carico Q1k + 1.35 Spinta Q1k + 1.2 Ritiro - 1.2 Termico

SLU1c: 1.35 Peso Proprio + 1.5 Sovracc.Perm. + 1.35 Spinta Terreno + 1.35 Carico Q1k + 1.35 Spinta Q1k + 1.2 Ritiro + 1.2 Termico +1.2 Frenatura

SLU1d: 1.35 Peso Proprio + 1.5 Sovracc.Perm. + 1.35 Spinta Terreno + 1.35 Carico Q1k + 1.35 Spinta Q1k + 1.2 Ritiro - 1.2 Termico+1.2 Frenatura

SLU 2 : A2+M2

SLU2a: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno R + 1.15 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + 1 Ritiro + 1 Termico

SLU2b: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno R + 1.15 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + 1 Ritiro - 1 Termico

SLU2c: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno R + 1.15 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + 1 Ritiro + 1 Termico +1.15 Frenatura

SLU2d: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno R + 1.15 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + 1 Ritiro - 1 Termico +1.15 Frenatura

SISMA

SLUSa: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 0.2 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + SismaStrutt. + SismaTerr,R +1 Ritiro + 1 Termico

SLUSb: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 0.2 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + SismaStrutt. + SismaTerr,R +1 Ritiro -1 Termico

SLUSc: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 0.2 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + SismaStrutt. + SismaTerr,R +1 Ritiro + 1 Termico + 0.2 Frenatura

SLUSd: 1 Peso Proprio + 1.3 Sovracc.Perm. + 0.2 Carico Q1k + 1 Spinta Q1k R + SismaStrutt. + SismaTerr,R +1 Ritiro - 1 Termico + 0.2 Frenatura

SLE - combinazione frequente

SLEf.a: 1 Peso Proprio + 1 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno + 0.75 Carico Q1k + 0.75 Spinta Q1k + 1 Ritiro + 0.6 Termico

SLEf.b: 1 Peso Proprio + 1 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno + 0.75 Carico Q1k + 0.75 Spinta Q1k + 1 Ritiro - 0.6 Termico

SLEf.c: 1 Peso Proprio + 1 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno + 0.75 Carico Q1k + 0.75 Spinta Q1k + 1 Ritiro + 0.6 Termico +0.75 Frenatura

SLEf.d: 1 Peso Proprio + 1 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno + 0.75 Carico Q1k + 0.75 Spinta Q1k + 1 Ritiro - 0.6 Termico +0.75 Frenatura

SLE - combinazione quasi permanente

SLEqp.a: 1 Peso Proprio + 1 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno + 1 Ritiro + 0.5 Termico

SLEqp.b: 1 Peso Proprio + 1 Sovracc.Perm. + 1 Spinta Terreno + 1 Ritiro - 0.5 Termico

4.5 MODELLAZIONE: INPUT

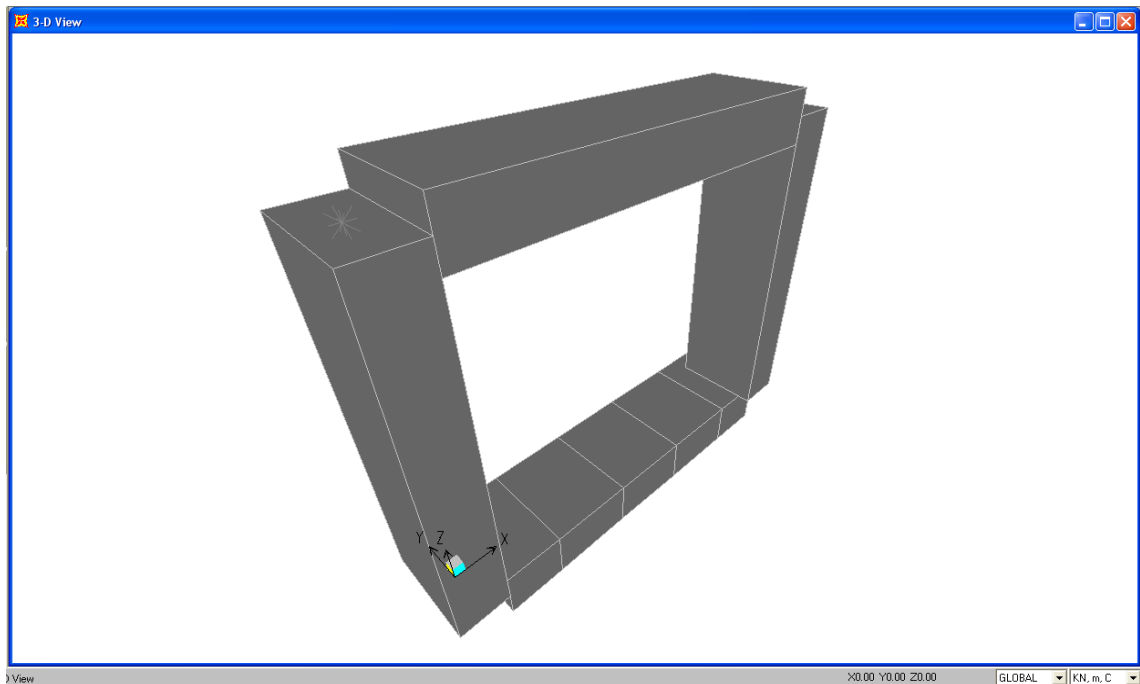


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

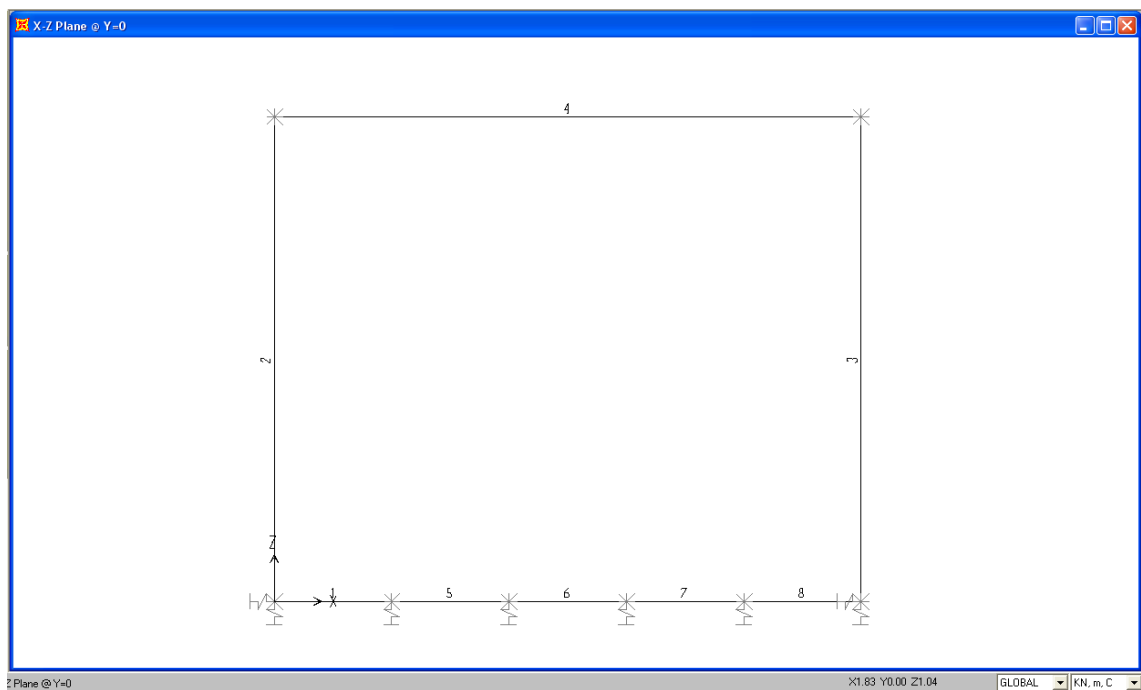


Figura 3 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione dei Frames

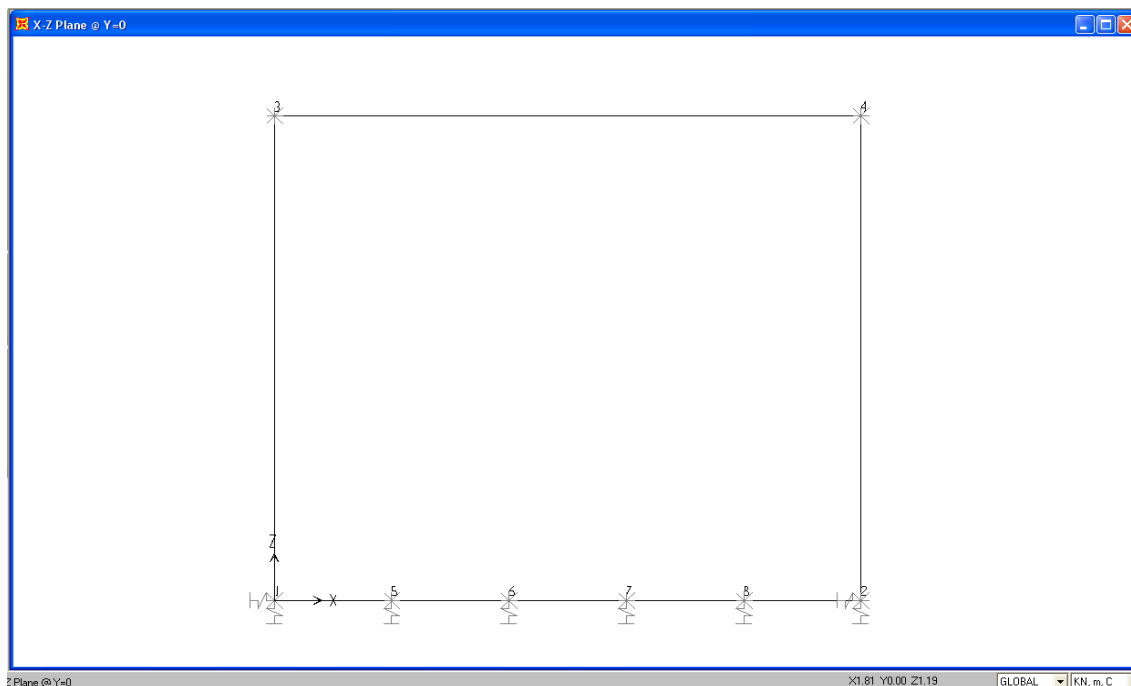


Figura 4 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione dei Joints

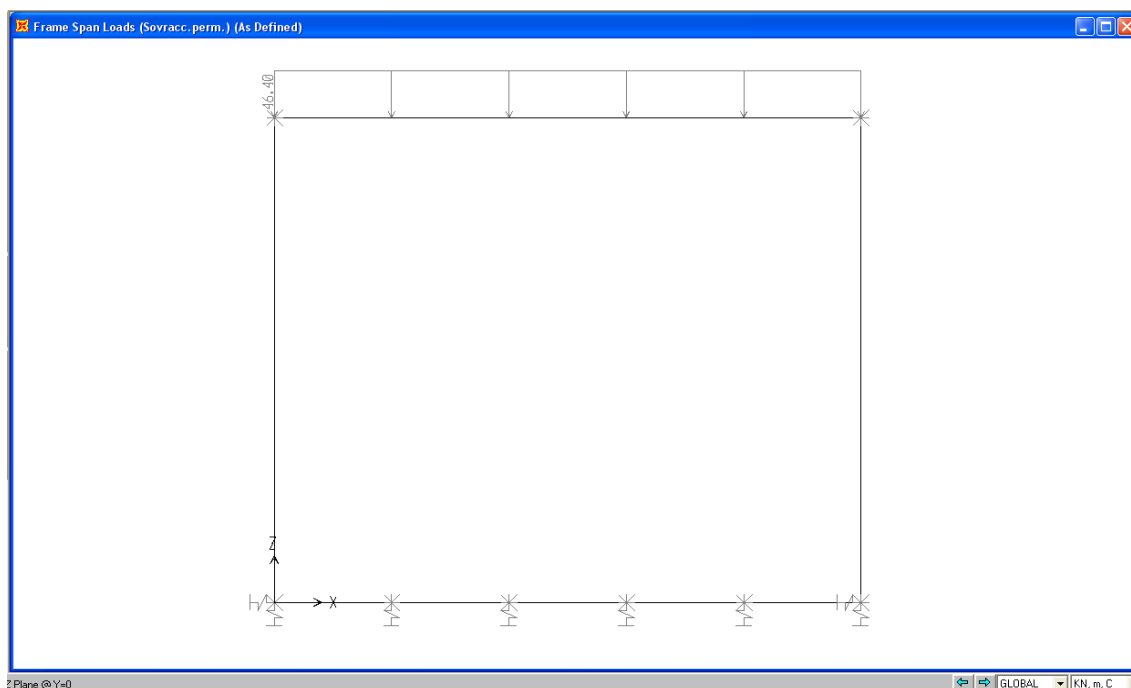


Figura 5 - Condizione di carico 1

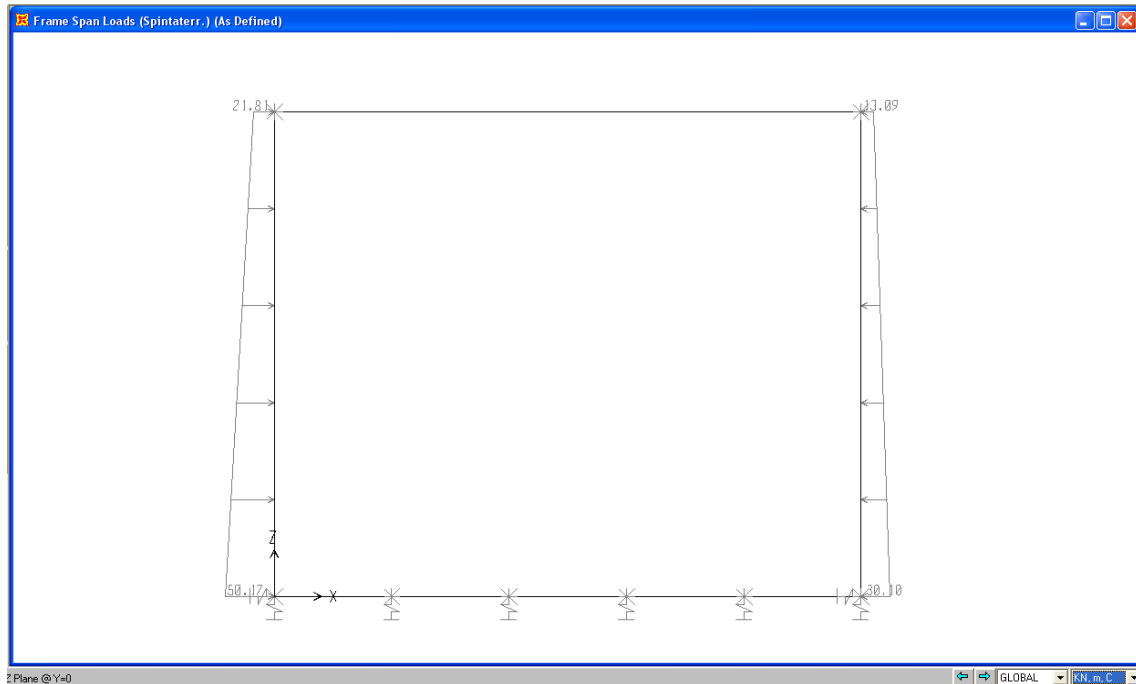


Figura 6 - Condizione di carico 2

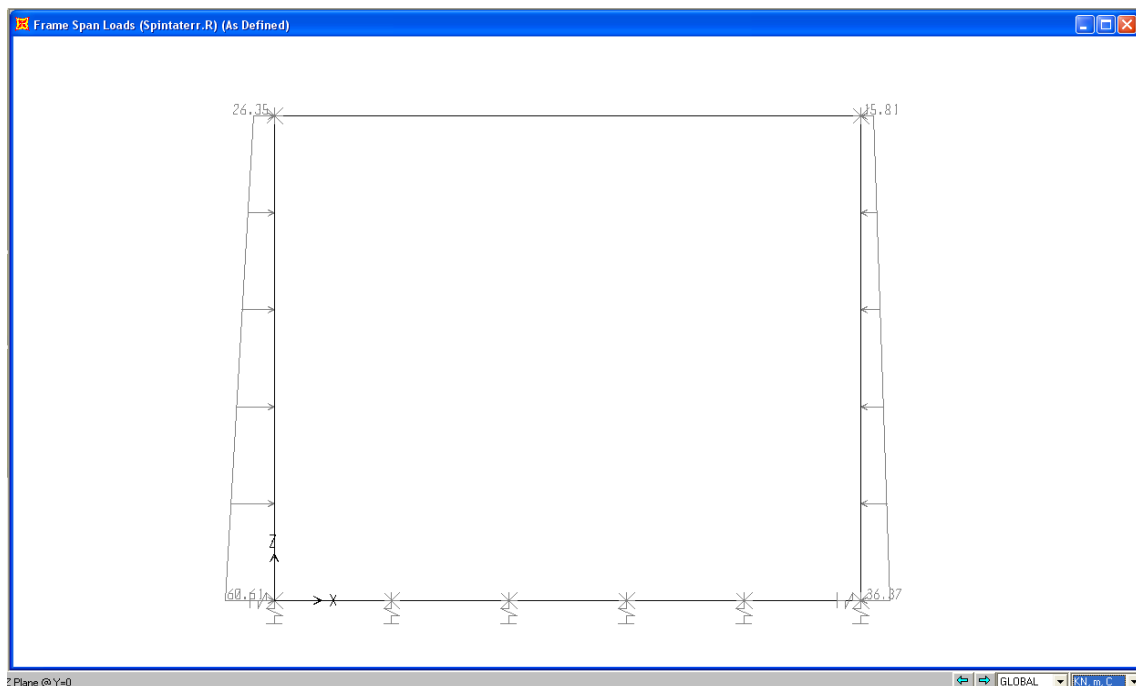


Figura 7 - Condizione di carico 3

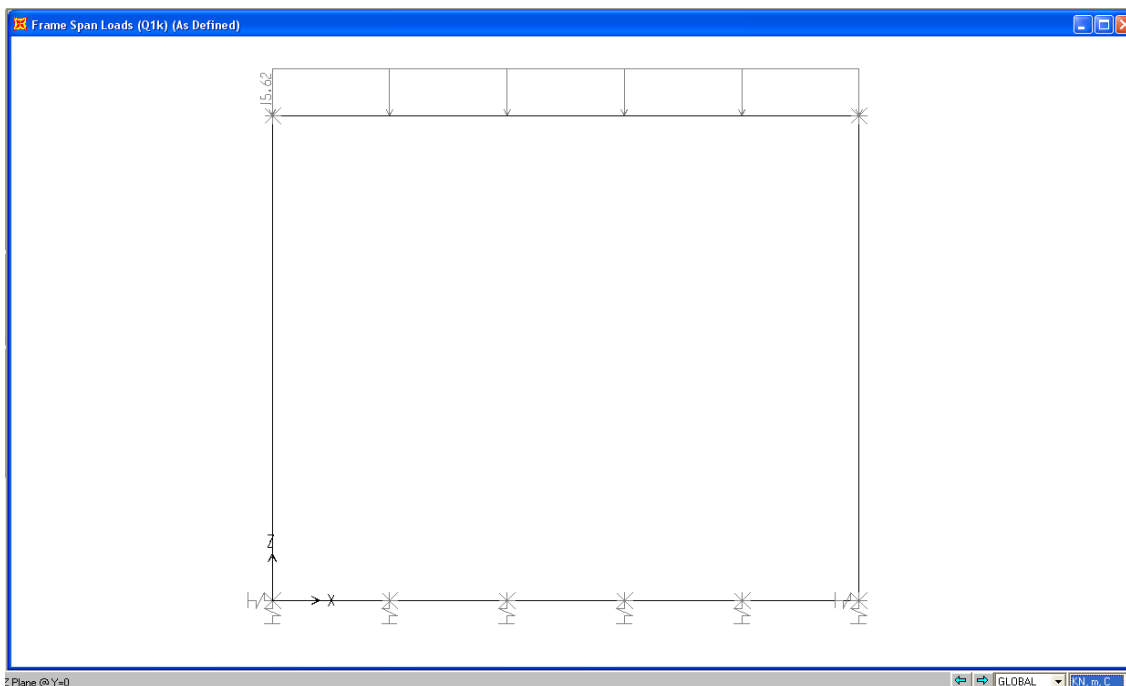


Figura 8 - Condizione di carico 4

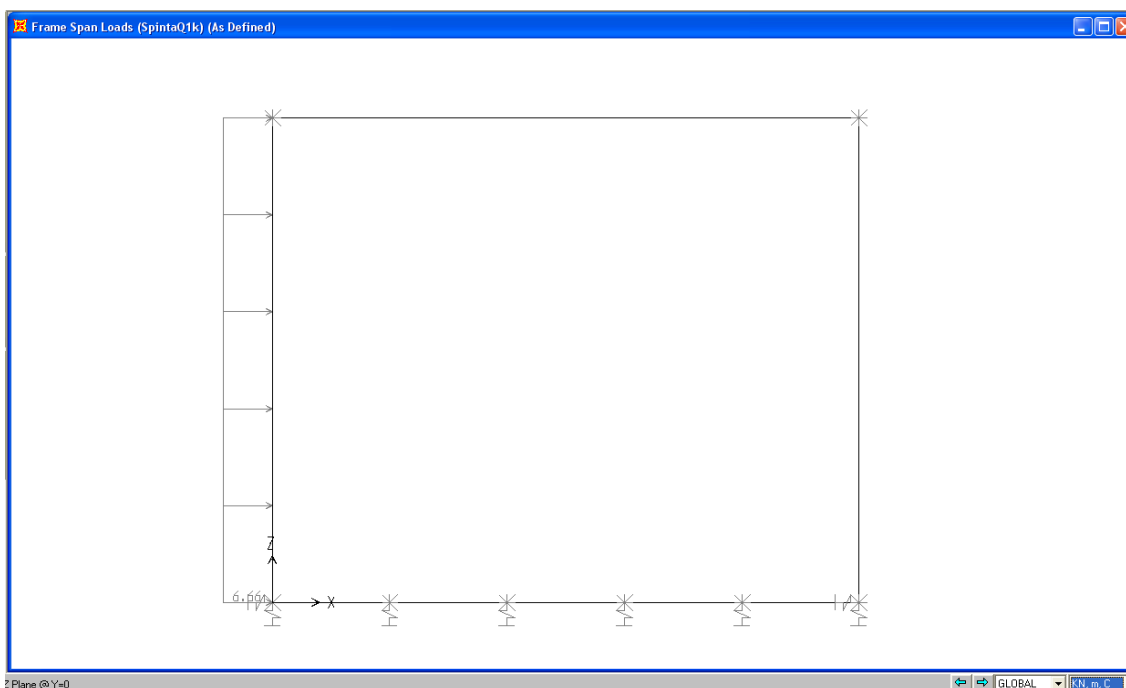


Figura 9 - Condizione di carico 5

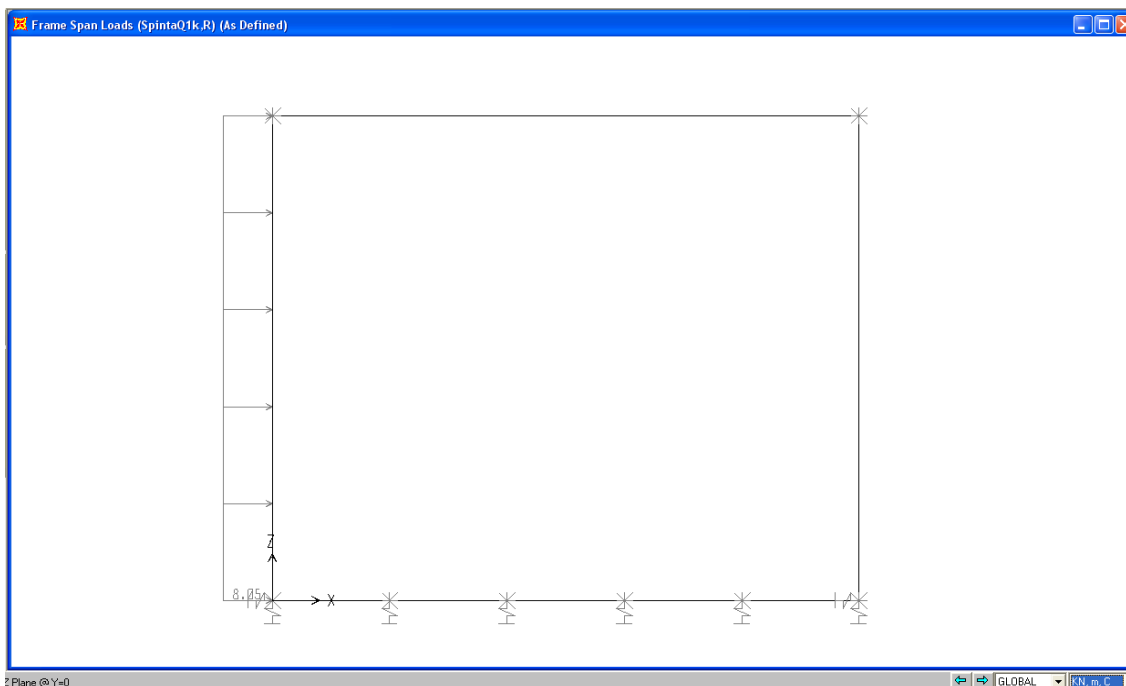


Figura 10 - Condizione di carico 6

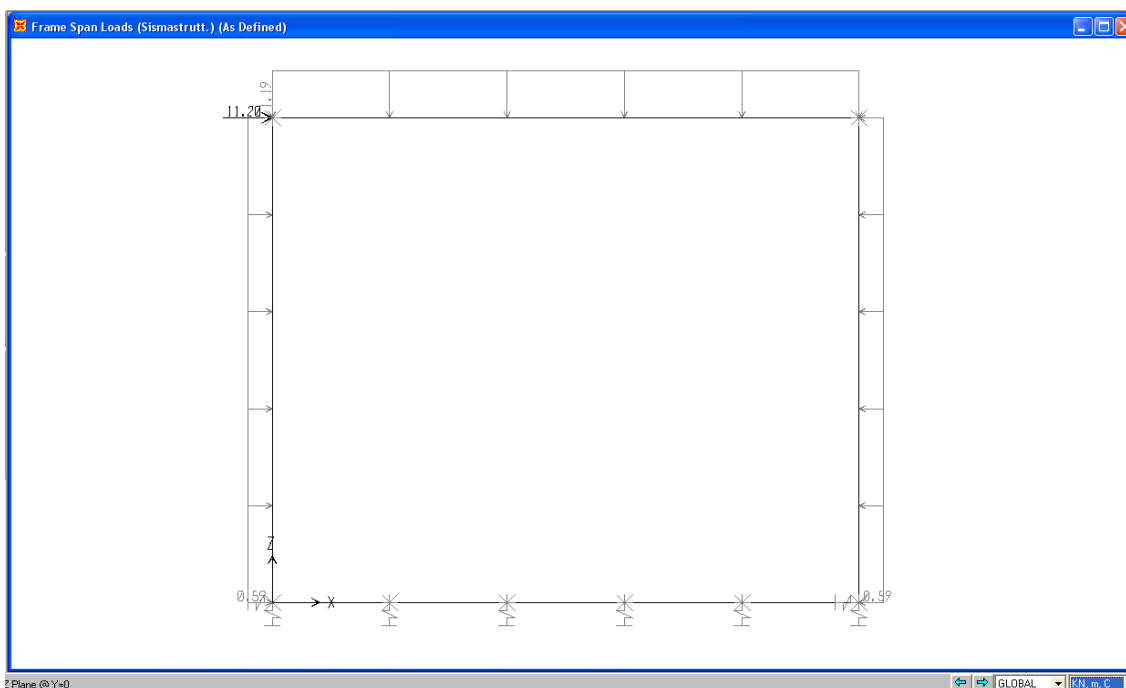


Figura 11 - Condizione di carico 9

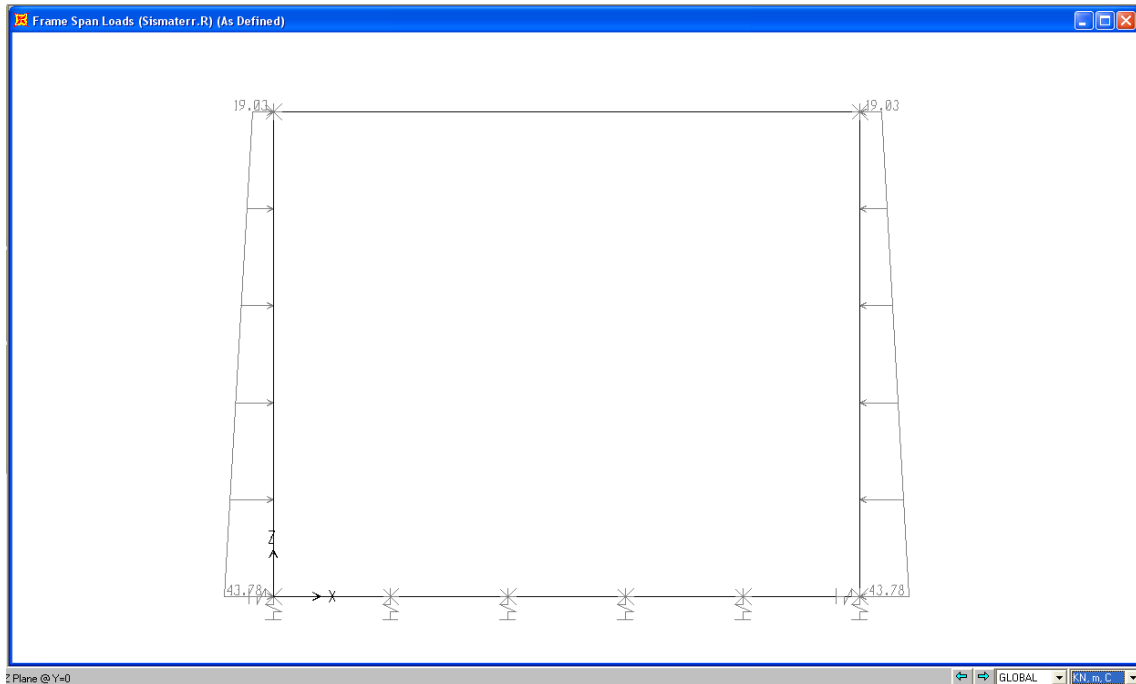


Figura 12 - Condizione di carico 10

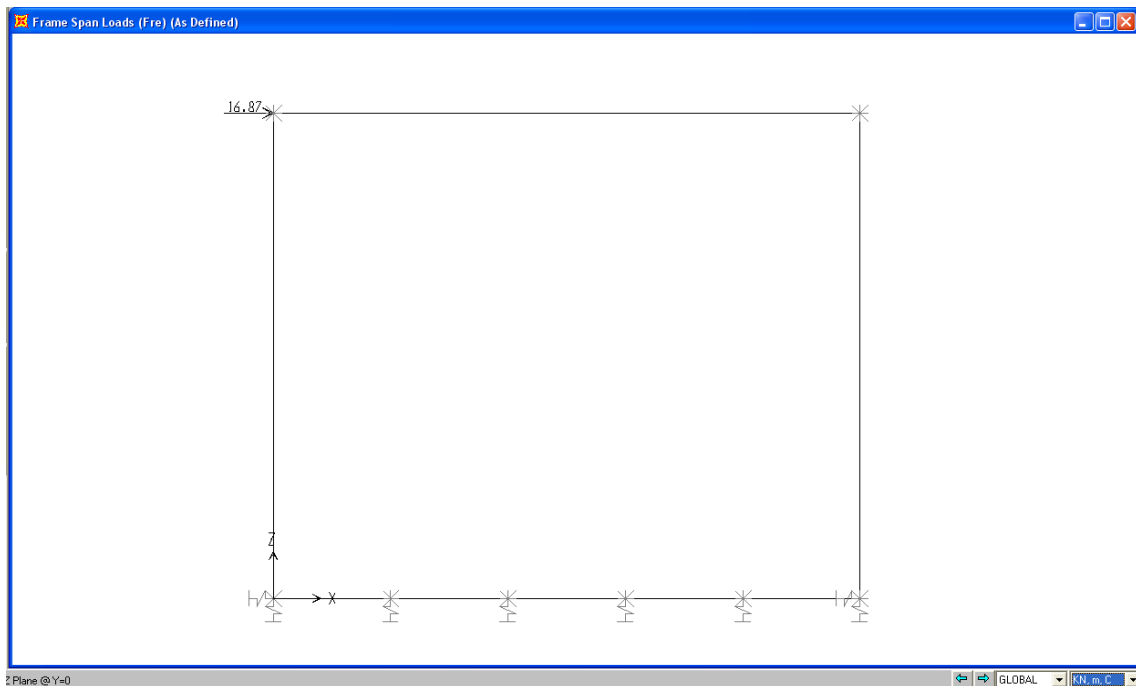


Figura 13 - Condizione di carico 11

4.6 MODELLAZIONE: OUTPUT

Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

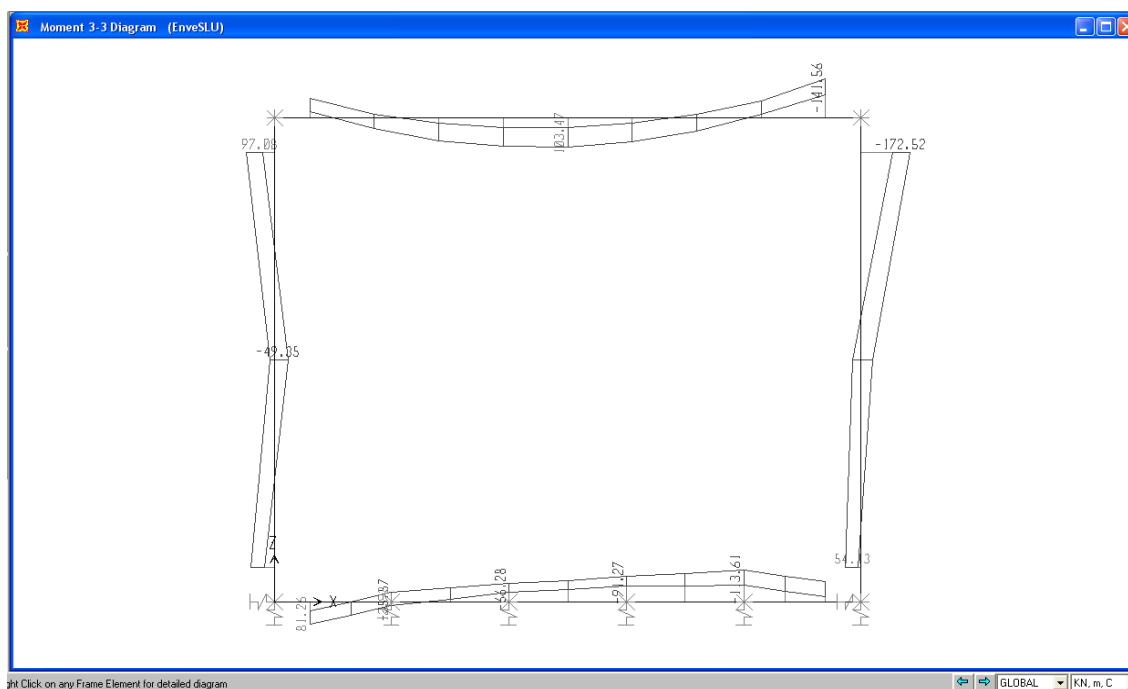


Figura 14 - Andamento momento flettente - combinazione involucro SLU

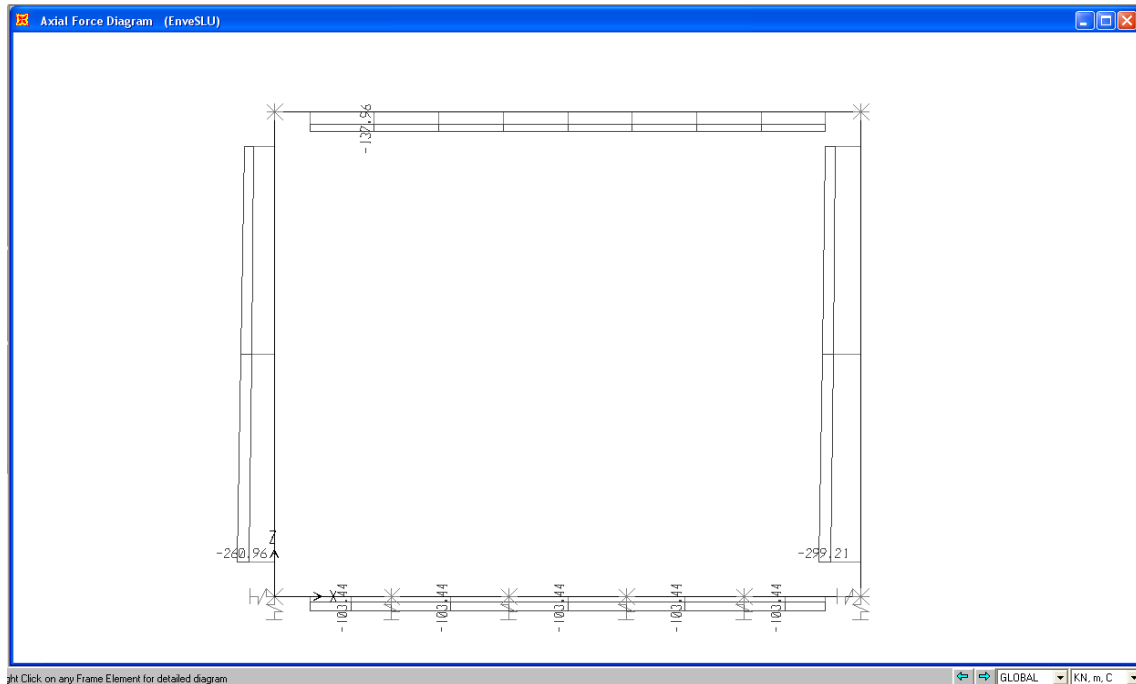


Figura 15 - Andamento sforzo assiale - combinazione involucro SLU

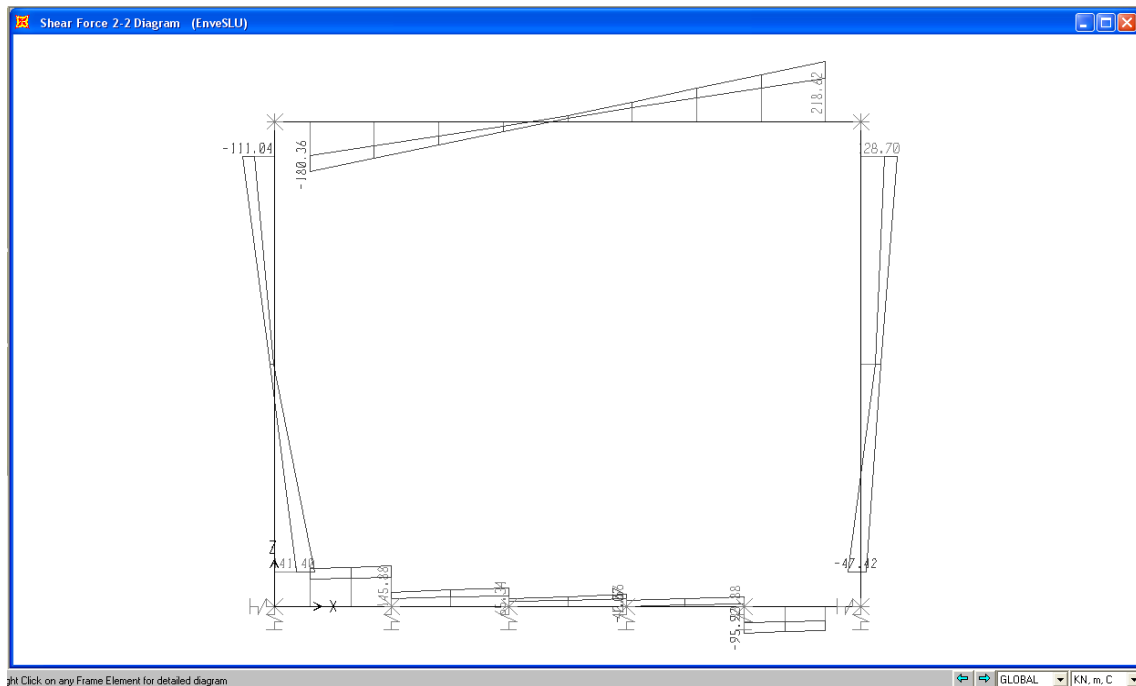


Figura 16 - Andamento sforzo di taglio - combinazione involucro SLU

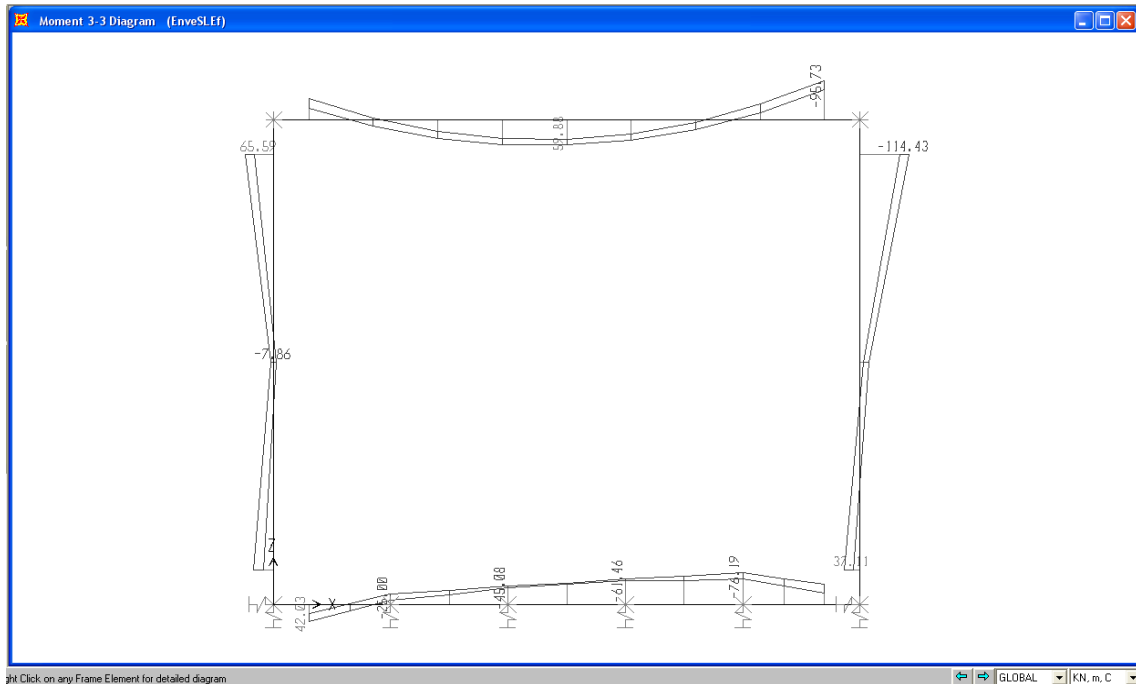


Figura 17 - Andamento momento flettente – combinazione involucro SLE frequente

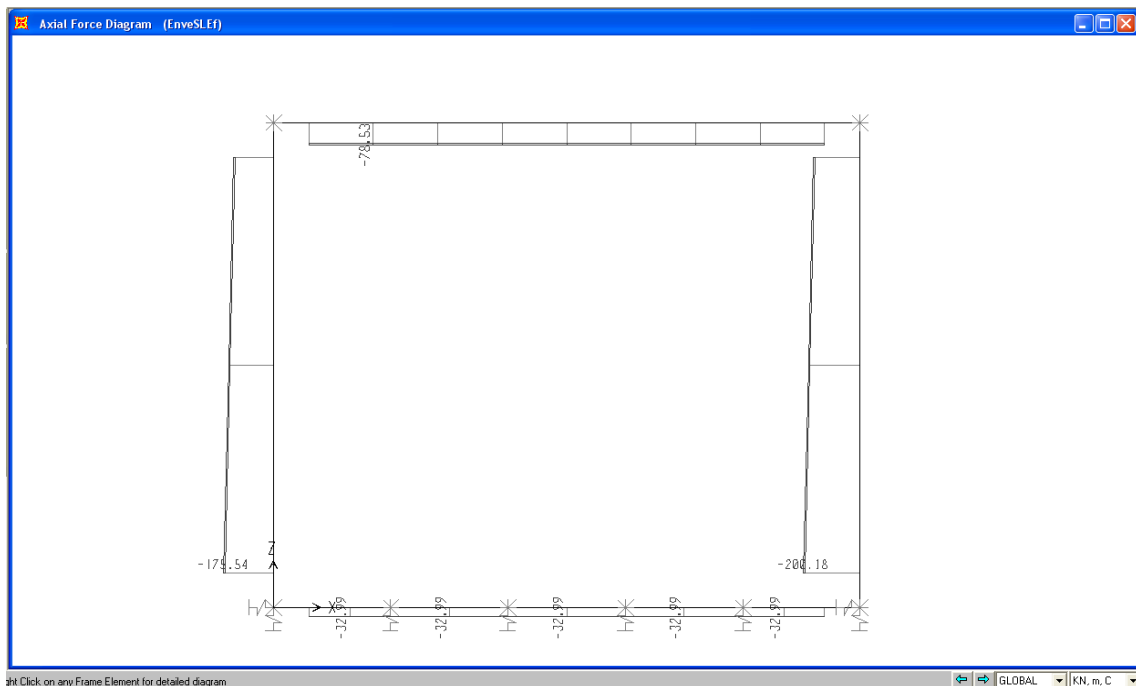


Figura 18 - Andamento sforzo assiale – combinazione involucro SLE frequente

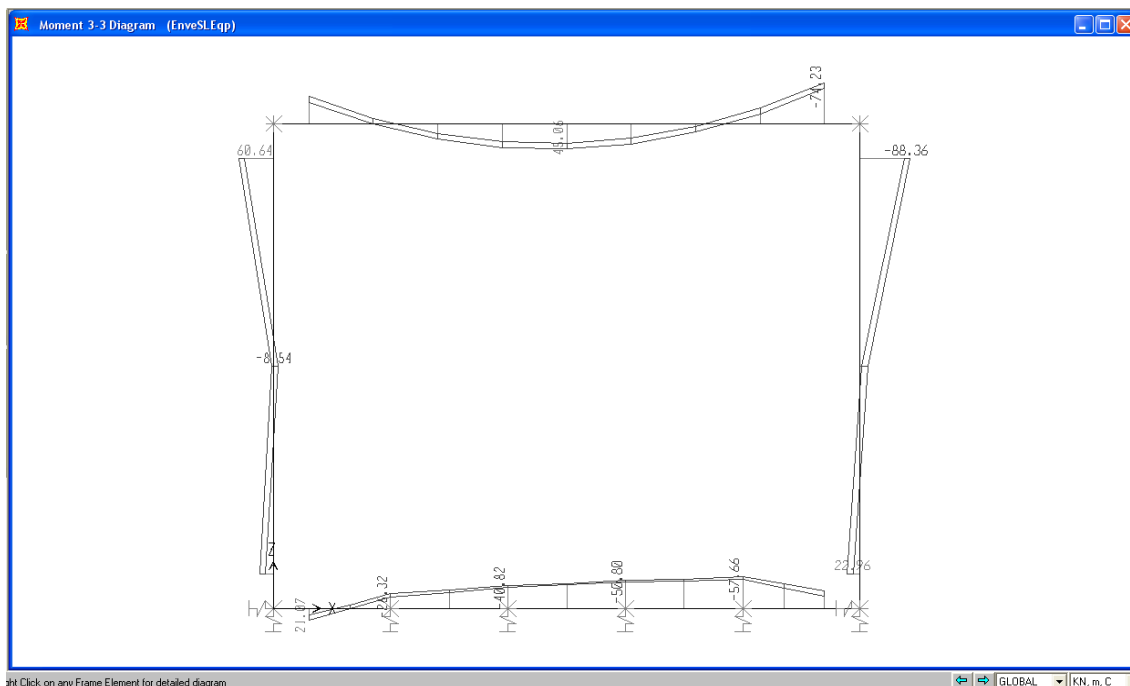


Figura 19 - Andamento momento flettente – combinazione involucro SLE quasi permanente

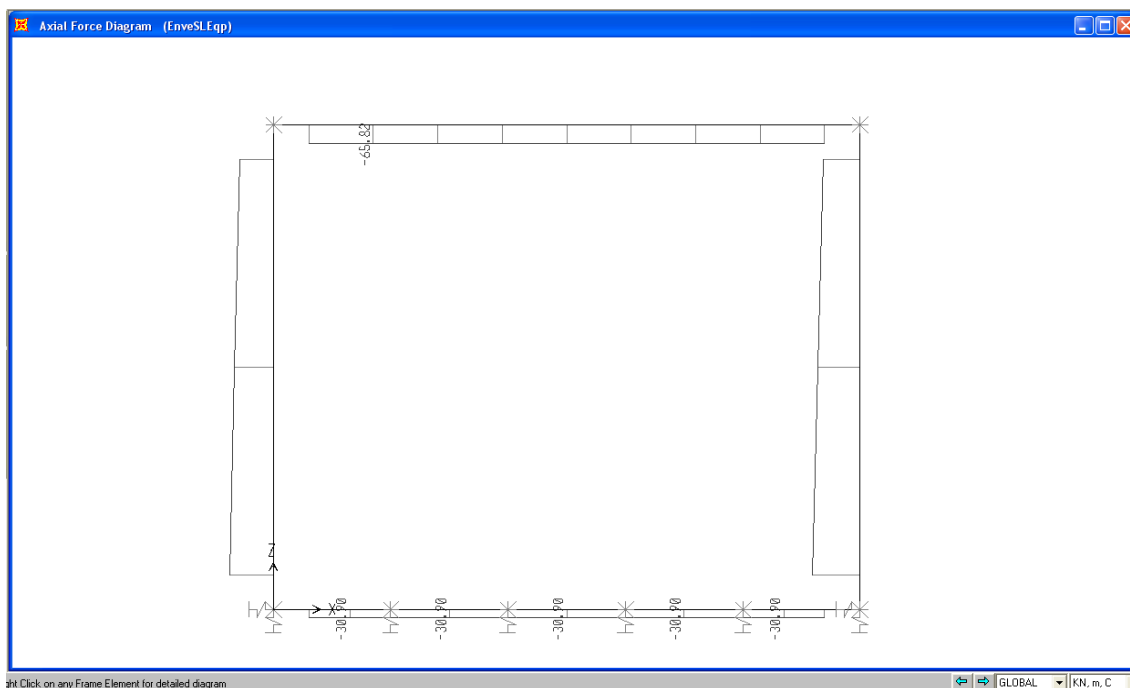


Figura 20 -Andamento sforzo assiale – combinazione involucro SLE quasi permanente

4.7 VERIFICHE ELEMENTI SCATOLARE

I risultati numerici della modellazione sono stati utilizzati per eseguire le verifiche a presso flessione, taglio e fessurazione delle sezioni caratteristiche.

Per la verifica a fessurazione, come riportato nella normativa NTC 2008, considerando armature poco sensibili e condizioni ambientali aggressive l'apertura limite delle fessure è pari a:

- $w = 0.3$ mm per combinazione frequente
- $w = 0.2$ mm per combinazione quasi permanente

Di seguito si riportano i valori delle massime sollecitazioni delle sezioni caratteristiche ed i risultati delle verifiche effettuate con l'ausilio del programma di calcolo RC-SEC prodotto dalla Geostru.

Soletta Superiore

Sezione di Mezzeria

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
4	SLU1c	-110.67	103.47

Sollecitazioni SLE frequente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
4	SLEf-c	-78.53	59.88

Sollecitazioni SLE quasi permanente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
4	SLEq-a	-65.82	45

Sezione di Estremità

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
4	SLU1d	-110.46	-141.56	218.62

Sollecitazioni SLE frequente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
4	SLEf-d	-78.42	-95.73

Sollecitazioni SLE quasi permanente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
4	SLEqp-b	-65.73	-74.23

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: solsup

(Percorso File: C:\Sintagma\Commesse\E78 Grosseto\modello tombino\solsup.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')
 Posizione sezione nell'asta: Non in zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Frequenti in Esercizio

Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio

Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068

Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 * \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 * \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 50.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.8 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	11067	10347	0	0
2	11046	-14156	21862	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	7853	5988
2	7842	-9573

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	6582	4500
2	6573	-7423

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm

Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	11067	10347	11076	20501	1.981	45.0		
2	S	11046	-14156	11076	-20501	1.448	5.0		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)

Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb. ec max ec 3/7 Yc max ef min Yf min ef max Yf max

1	0.00350	-0.01154	50.0	-0.00057	44.2	-0.02751	5.8
2	0.00350	-0.01154	0.0	-0.00057	5.8	-0.02751	44.2

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 7.9 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 0.0]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb. Ver Vsdu Vrd Vcd Vwd bw Teta Acw Afst

1	S	0	19176	159930	12225	100.0	45.00	1.014	0.0
2	S	21862	19173	110294	30564	100.0	21.80	1.014	5.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	14.5	50.0	-11.5	50.0	-127	44.2	0.0	0	0.0	0.0
2	S	22.2	0.0	-19.3	0.0	-217	5.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI_{max} Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
ScI_{min} Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb. Ver ScI_{max} ScI_{min} Sc Eff K3 Beta12 Eps Srm Ap.Fess.

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	11.0	50.0	-8.5	50.0	-94	44.2	0.0	0	0.0	0.0
2	S	17.3	0.0	-14.9	0.0	-167	5.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb. Ver ScI_{max} ScI_{min} Sc Eff K3 Beta12 Eps Srm Ap.Fess.

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

Sezione non fessurata

Soletta INFERIORE

Sezione di Mezzeria

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
6	SLU1c	-46.28	-91.27

Sollecitazioni SLE frequente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
6	SLEf-c	-32.89	-61.46

Sollecitazioni SLE quasi permanente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
6	SLEqp-a	-30.82	-50.8

Sezione di Estremità

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
7	SLU1c	-46.28	-113.61	33.88

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
1	SLU1d	-46.47	-7.65	145.88

Sollecitazioni SLE frequente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
7	SLEf-c	-32.89	-76.2

Sollecitazioni SLE quasi permanente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
7	SLEqp-a	-30.82	-57.66

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: solinf

(Percorso File: C:\Sintagma\Commesse\E78 Grosseto\modello tombino\solinf.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi

Normativa di riferimento: N.T.C.

Tipologia sezione: Sezione predefinita

Forma della sezione: Rettangolare

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')
Posizione sezione nell'asta: Non in zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza $ec2$: 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale E_c : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione f_{ctm} : 28.80 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Frequenti in Esercizio
Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
Sc Limite : 126.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura f_{tk} : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo f_{td} : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 * \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 * \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 50.0 cm
Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre): 5.8 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre): 5.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4628	-9127	0	0
2	4628	-11391	3388	0
3	4647	-765	14588	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	3289	-6146
2	3289	-7620

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	3082	-5080
2	3082	-5766

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

MANDATARIA



MANDANTE



ICARIA
società di ingegneria

Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm

Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	4628	-9127	4648	-19265	2.111	4.8		
2	S	4628	-11391	4648	-19265	1.691	4.8		
3	S	4647	-765	4648	-19265	25.182	4.8		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01217	0.0	-0.00074	5.8	-0.02882	44.2
2	0.00350	-0.01217	0.0	-0.00074	5.8	-0.02882	44.2
3	0.00350	-0.01217	0.0	-0.00074	5.8	-0.02882	44.2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
-----	--

Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb. Ver Vsdu Vrd Vcd Vwd bw Teta Acw Afst

1	S	0	18322	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	S	3388	18322	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	S	14588	18325	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	13.9	0.0	-12.7	0.0	-144	5.8	0.0	0	0.0	0.0
2	S	17.1	0.0	-15.9	0.0	-181	5.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI_max	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure

Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	11.6	0.0	-10.4	0.0	-118	5.8	0.0	0	0.0	0.0
2	S	13.1	0.0	-11.9	0.0	-135	5.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	

Sezione non fessurata

PIEDRITTI

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
3	SLU1d	-249.56	-172.52	105.84

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
2	SLUSd	-179.63	70.86	141.4

Sollecitazioni SLE frequente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
3	SLEf-d	-163.4	-114.43

Sollecitazioni SLE quasi permanente:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
3	SLEqp-b	-130.97	-88.36

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritti

(Percorso File: C:\Sintagma\Commesse\E78 Grosseto\modello tombino\piedritti.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')
Posizione sezione nell'asta: Non in zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 28.80 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Frequenti in Esercizio

Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio

Sc Limite : 126.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068

Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 * \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 * \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 59.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.8 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	24956	-17252	10584	0
2	17963	7086	14140	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	16340	-11443

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	13097	-8836

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm

Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	24956	-17252	24940	-28248	1.637	5.5		
2	S	17963	7086	17979	26622	3.757	53.7		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb. ec max ec 3/7 Yc max ef min Yf min ef max Yf max

1	0.00350	-0.01260	0.0	-0.00019	5.8	-0.03036	53.2
2	0.00350	-0.01334	59.0	-0.00036	53.2	-0.03192	5.8

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb. Ver Vsdu Vrd Vcd Vwd bw Teta Acw Afst

1	S	10584	23562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	S	14140	22616	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	20.6	0.0	-15.3	0.0	-177	5.8	0.0	0	0.0	0.0
---	---	------	-----	-------	-----	------	-----	-----	---	-----	-----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

MANDATARIA



MANDANTE



ICARIA
società di ingegneria

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI _{max}	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI _{min}	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sc _{min} + ScEff)/(2 Sc _{min})
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScI _{max}	ScI _{min}	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
---------	-----	--------------------	--------------------	--------	----	--------	-----	-----	----------

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	-------	--

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

1	S	16.0	0.0	-11.7	0.0	-135	5.8	0.0	0	0.0	0.0
---	---	------	-----	-------	-----	------	-----	-----	---	-----	-----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScI _{max}	ScI _{min}	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
---------	-----	--------------------	--------------------	--------	----	--------	-----	-----	----------

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	-------	--

Sezione non fessurata

4.8 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO

Per il calcolo del carico limite della fondazione dello scatolare si utilizza la formula di Brinch-Hansen.

La verifica viene condotta allo stato limite ultimo secondo l'Approccio di progetto 1 considerando le due combinazioni :

- *Combo 1 : A1 + M1 + R1*
- *Combo 2 : A2 + M2 + R2*

Si riporta di seguito la verifica della combinazione più gravosa fra le due considerate:

- *Combo 2 : A2 + M2 + R2*

La molla più sollecitata è quella nel nodo 2 alla quale corrisponde una reazione vincolare massima allo stato limite ultimo pari a 242.29 KN. La relativa area di influenza del nodo risulta pari a BxL, con B=0.663 m e L=1 m.

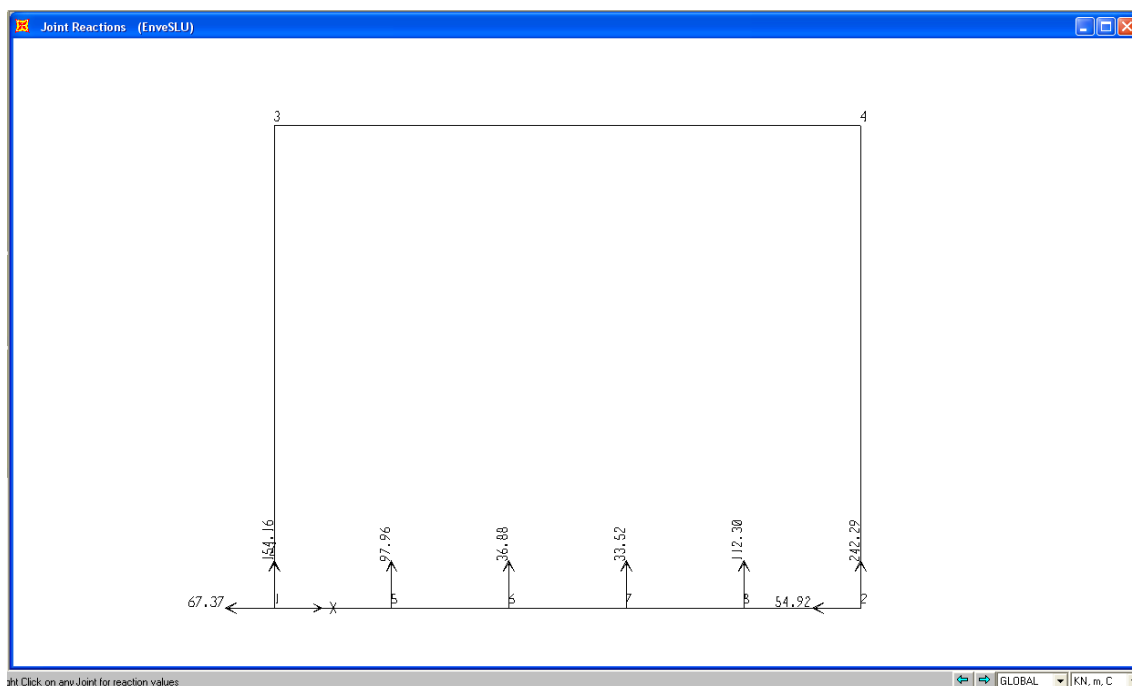


Figura 21 - Reazioni vincolari i - involucro SLU

$$q_{lim} = c' * N_c * s_c * d_c * i_c * b_c * g_c + q' * N_q * s_q * d_q * i_q * b_q * g_q + 0,5 * \gamma' * B * N_{\gamma} * s_{\gamma} * d_{\gamma} * i_{\gamma} * b_{\gamma} * g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

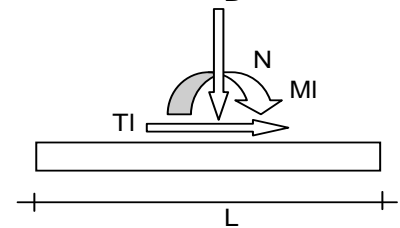
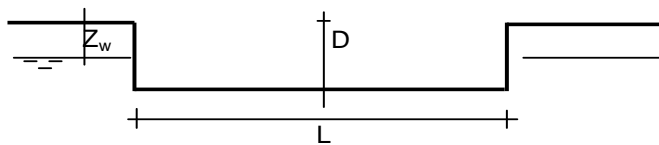
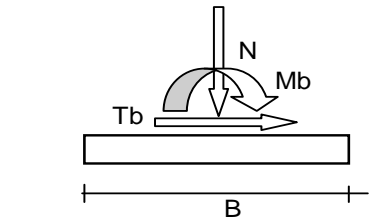
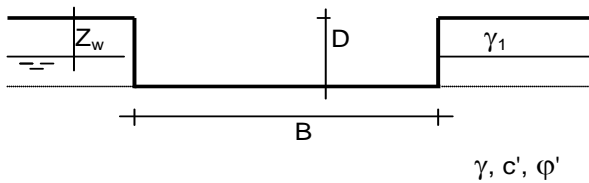
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 * e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 * e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

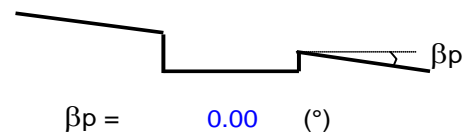
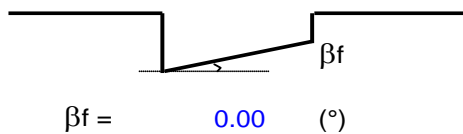
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanententi	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'
Stato limite ultimo	○	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.25	1.25



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 0.66 (m)
L = 1.00 (m)
D = 4.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	242.29	0.00	242.29
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 23.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 23.00 \quad (\text{kN/mc}) \end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned} c' &= 300.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 48.00 \quad (^\circ) \end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned} c' &= 240.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 41.62 \quad (^\circ) \end{aligned}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 7.00 \quad (\text{m})$$

$$\begin{aligned} e_B &= 0.00 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B^* &= 0.66 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 92.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 23.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 80.79$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 89.80$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 145.34$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.60$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.59$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0.73$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 1.60 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 1.40 \quad m = 1.60 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

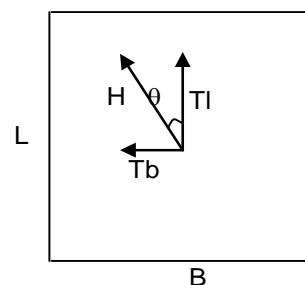
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B$

per $D/B > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B)$

$$d_q = 1.28$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.29$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 60181.26 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 365.44 \quad (\text{kN/m}^2)$$

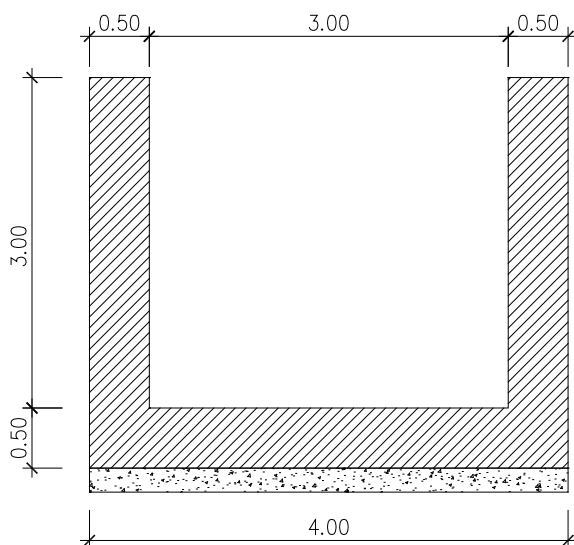
Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 164.68$$

5. CANALE IN C.A.

5.1 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il canale ha dimensioni interne pari a 3,00 x 3,00 m, soletta inferiore e piedritti di spessore 0,50 m.. La sezione caratteristica trasversale è riportata nelle figura seguente.



Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio aperto superiormente su letto di molle alla Winkler. Nella successiva analisi agli elementi finiti si considera una porzione di canale di larghezza 1,00 m. La rigidezza delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 600000 kN/m³.

5.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi permanenti, accidentali ed azioni sismiche sono riassunti nel foglio di calcolo riportato sotto insieme ai parametri geometrici, geotecnici riguardanti la struttura di cui alla presente relazione.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL CANALE			
Altezza interna (m)	3.00	Area della sezione (mq)	5.00
Larghezza interna (m)	3.00	Peso proprio (KN/m)	125.00
Spessore soletta inferiore (m)	0.50		
Larghezza piedritti (m)	0.50		
Dati per analisi sismica NTC 2008:			
Angolo attrito terreno laterale (°)	35	Sottosuolo tipo	B
Peso specifico terreno laterale (kN/mc)	19.00	Categoria topografica	T1
Angolo muro - verticale (°)	0	$K_h =$	0.04
Angolo attrito muro - terreno (°)	0	$S_s =$	1.20
Angolo inclinazione terreno (°)	0	$S_T =$	1.00
Angolo attrito terreno laterale (rad)	0.6108652	$\beta_m =$	0.24
Angolo muro - verticale (rad)	0	$a_g/g =$	0.140
Angolo attrito muro - terreno (rad)	0	$K_v =$	0.02
Angolo inclinazione terreno (rad)	0		
Coeff. spinta attiva K_a	0.271		
Coeff. spinta in quiete K_o	0.43		
Dimensioni in asse:			
Altezza (m)	3.25		
Larghezza sezione retta (m)	3.50		
CARICHI PERMANENTI VERTICALI			
Pesi propri:			
Soletta inf. (kN/mq)	12.50		
Piedritti (kN/mq)	12.50		
SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE			
Spinta parete di sinistra in testa (kN/mq)			0.00
Spinta parete di sinistra in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)			28.36
Spinta parete di destra in testa (kN/mq)			0.00
Spinta parete di destra in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)			28.36

Parametri ridotti

Angolo attrito terreno laterale (°)	29		
Peso specifico terreno laterale (kN/mc)	19.00		
Angolo muro - verticale (°)	0		
Angolo attrito muro - terreno (°)	0		
Angolo inclinazione terreno (°)	0		
Angolo attrito terreno laterale (rad)	0.5061455		
Angolo muro - verticale (rad)	0		
Angolo attrito muro - terreno (rad)	0		
Angolo inclinazione terreno (rad)	0		
Coeff. spinta attiva Ka	0.347		
Coeff. spinta in quiete Ko	0.52		
SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE con parametri ridotti			
Spinta parete di sinistra in testa (kN/mq)			0.00
Spinta parete di sinistra in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)			34.26
Spinta parete di destra in testa (kN/mq)			0.00
Spinta parete di destra in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)			34.26
AZIONE SISMICA SU STRUTTURA			
Forza orizzontale su piedritti (kN/mq)		0.50	
AZIONE SISMICA SUL TERRENO			
Tale azione non è da cumularsi con la spinta a riposo del terreno			
Kae = 0.372			
SPINTE ATTIVE IN CONDIZIONI SISMICHE			
Spinta in testa (kN/mq)			0.00
Spinta in corrispondenza linea d'asse soletta inferiore (kN/mq)			24.75
REAZIONE DEL TERRENO			
Coeff. di Winkler (kN/mc)		600000	
	Area influenza (mq)	Fv	Fh
Nodo 1 estremo di sinistra	0.600	360000	975000
Nodo 2	0.700	420000	
Nodo 3	0.700	420000	
Nodo 4	0.700	420000	
Nodo 5	0.700	420000	
Nodo 6 estremo di destra	0.600	360000	975000

5.3 CONDIZIONI DI CARICO

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

- 1: spinta terreno con parametri reali (Spinta Terreno);
- 2: spinta terreno con parametri ridotti (Spinta Terreno R);
- 3: sisma su struttura (SismaStrutt.);
- 4: sisma su terreno con parametri ridotti (SismaTerr,R);

Una rappresentazione grafica dei carichi agenti per ciascuna delle singole condizioni è fornita ai paragrafi successivi.

5.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.14 gennaio 2008.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P=1$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza sono riportati nelle tabelle seguenti.

**Coefficienti parziali di sicurezza
analisi statica SLE**

CASO	Azioni		Proprietà del terreno		
	Permanenti	Temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	c_u
SLE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Coefficienti parziali di sicurezza
sulle azioni analisi statica SLU**

CASO	Azioni			
	Permanenti		Temporanee variabili	
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli
Caso A1	1.3	1	1.5	0
Caso A2	1	1	1.3	0

**Coefficienti parziali di sicurezza
sui parametri geotecnici analisi
statica SLU**

CASO	Proprietà del terreno				
	γ	γ_w	$\tan \phi'$	c'	c_u
Caso M1	1	1	1	1	1
Caso M2	1	1	1.25	1.25	1.4

**Coefficienti parziali di sicurezza
analisi sismica**

CASO	Azioni		Proprietà del terreno		
	Permanenti	Temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	c_u
SLU	1	0	1.25	1.25	1.4

SLU 1 : A1+M1 : 1.3 Peso Proprio + 1.3 Spinta Terreno

SLU 2 : A2+M2 : 1 Peso Proprio + 1 Spinta Terreno R

SISMA : 1 Peso Proprio + SismaStrutt. + SismaTerr,R

SLE : 1 Peso Proprio + 1 Spinta Terreno

5.5 MODELLAZIONE: INPUT

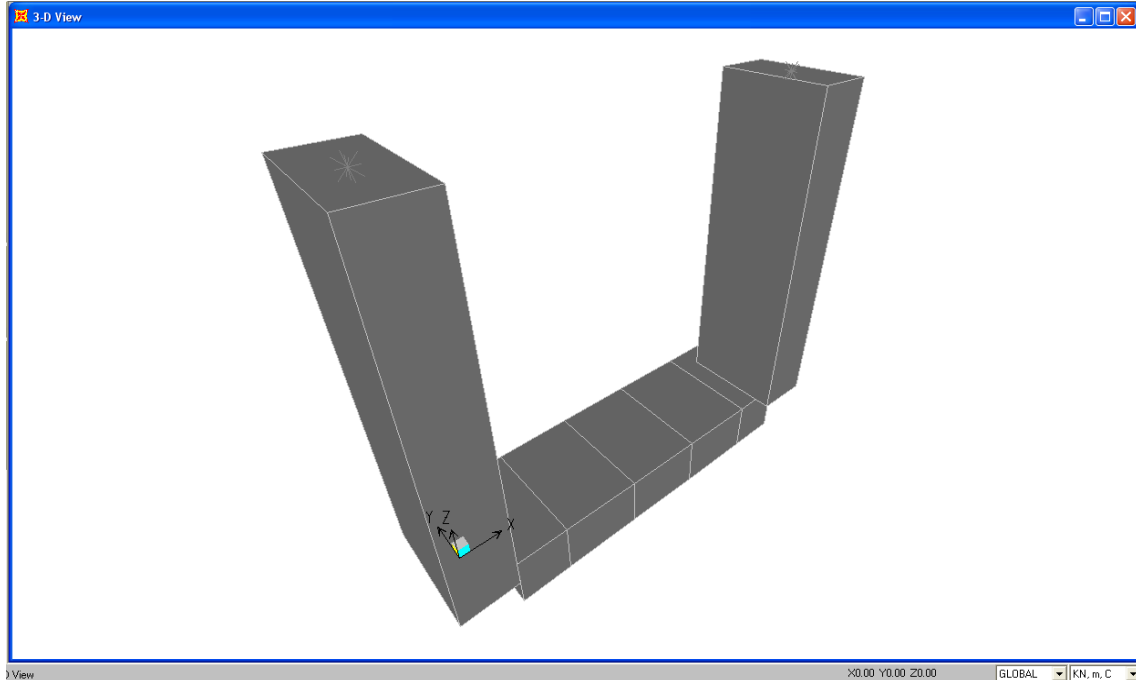


Figura 22 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

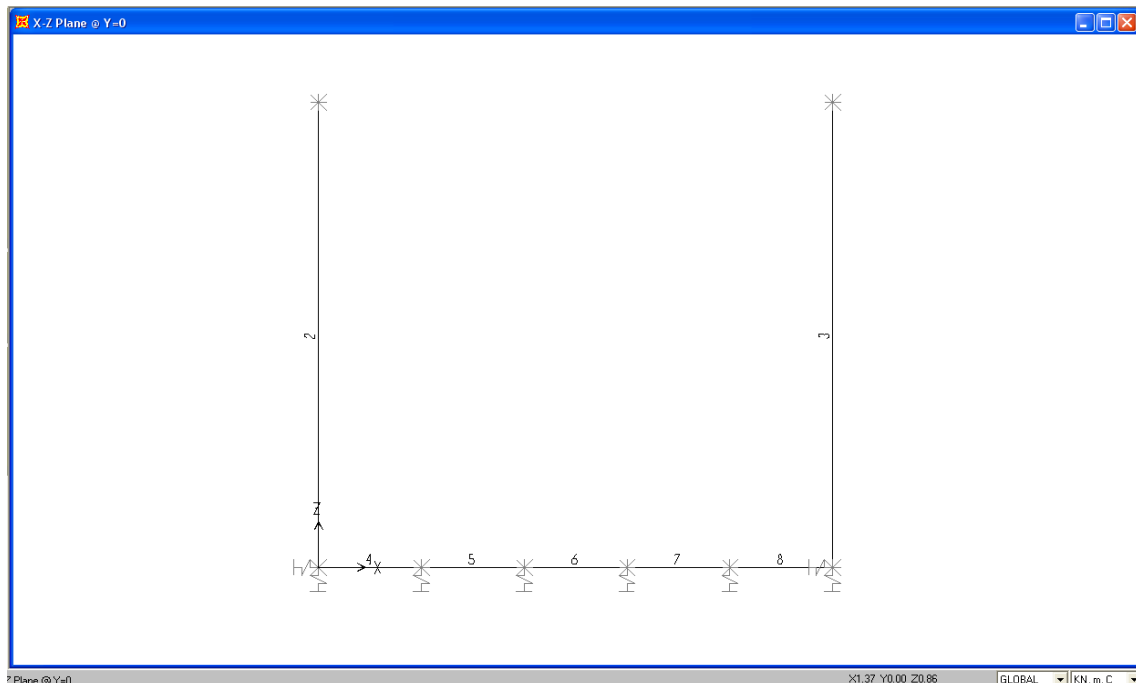


Figura 23 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione dei Frames

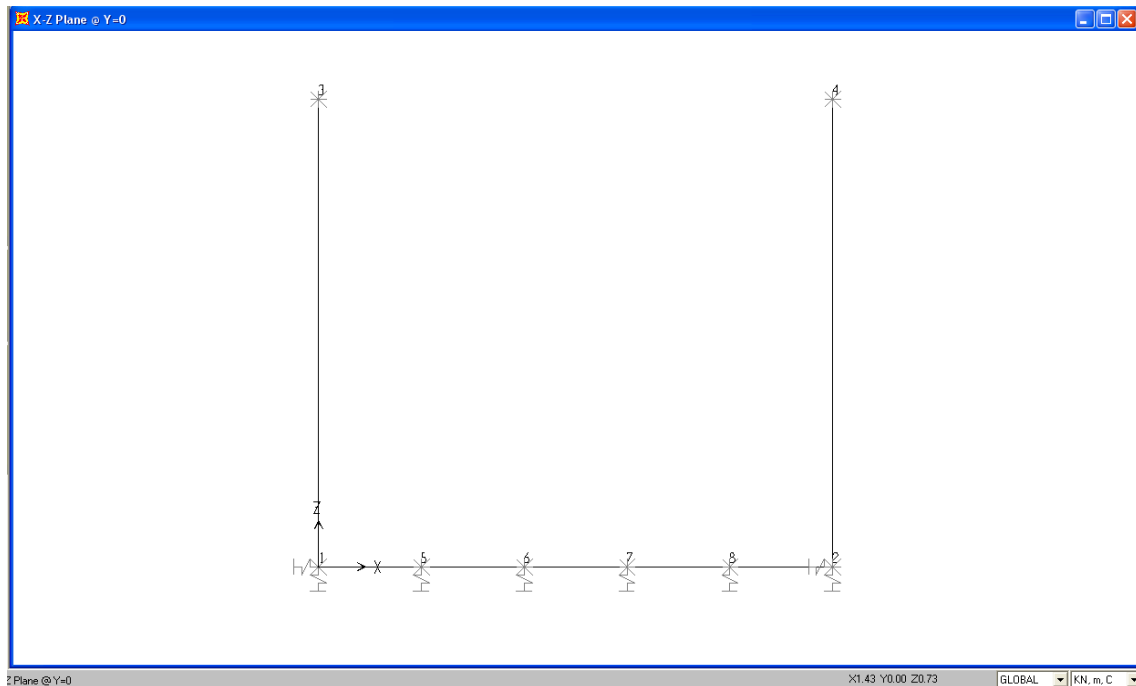


Figura 24 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione dei Joints

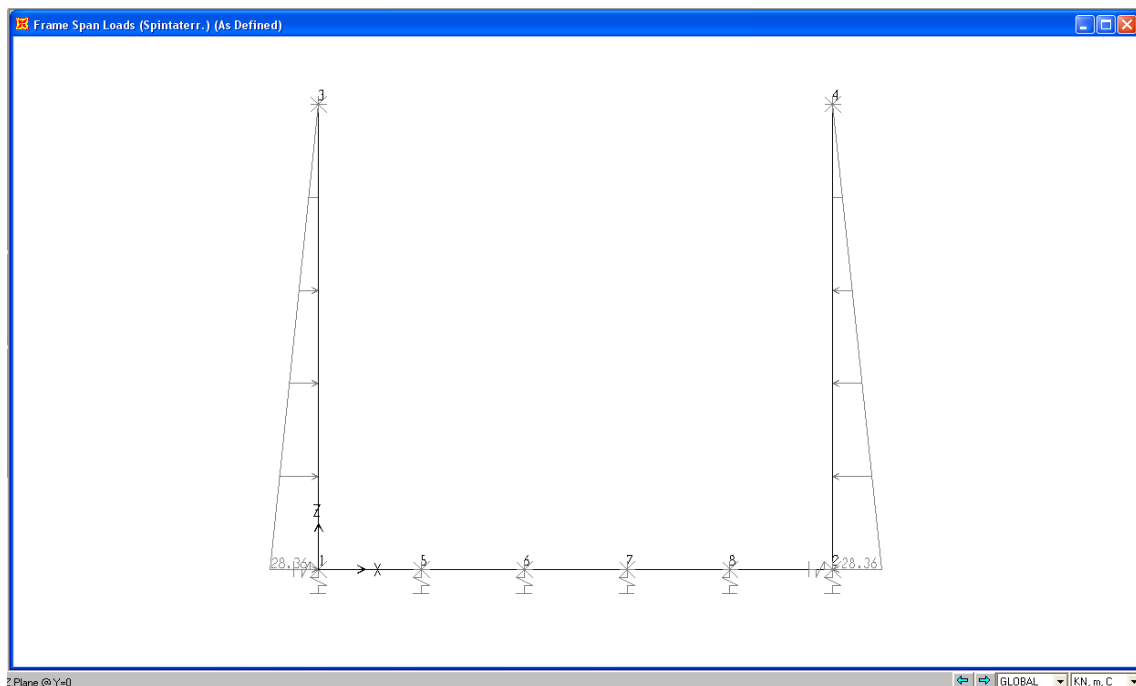


Figura 25 - Condizione di carico 1

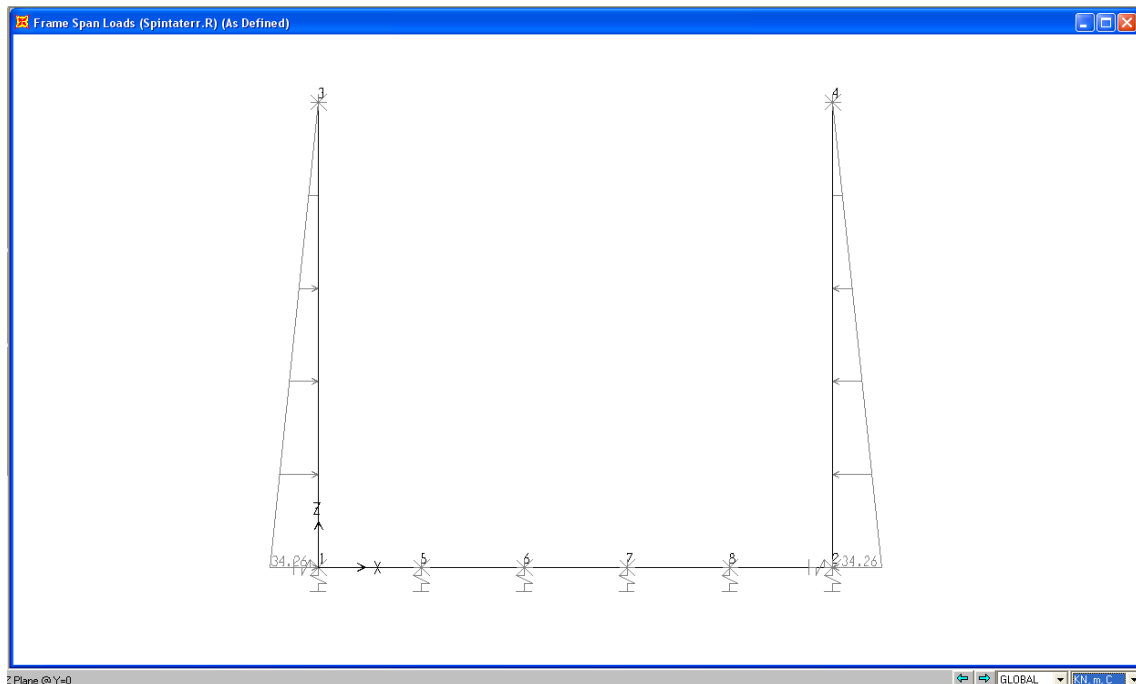


Figura 26 - Condizione di carico 2

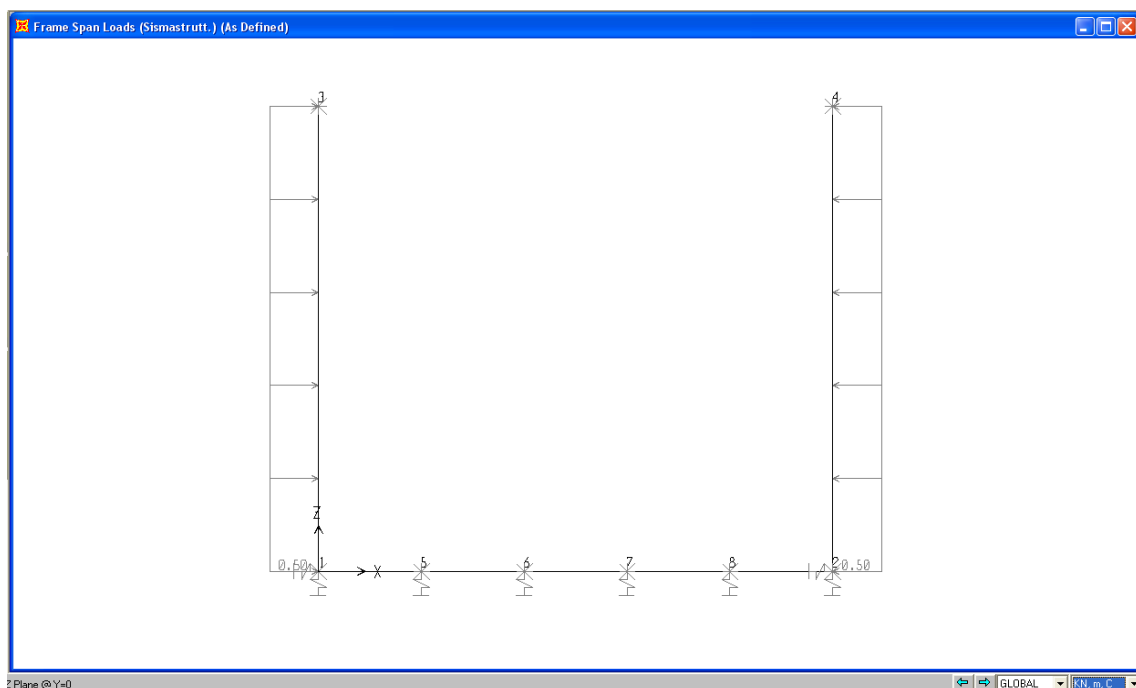


Figura 27 - Condizione di carico 3

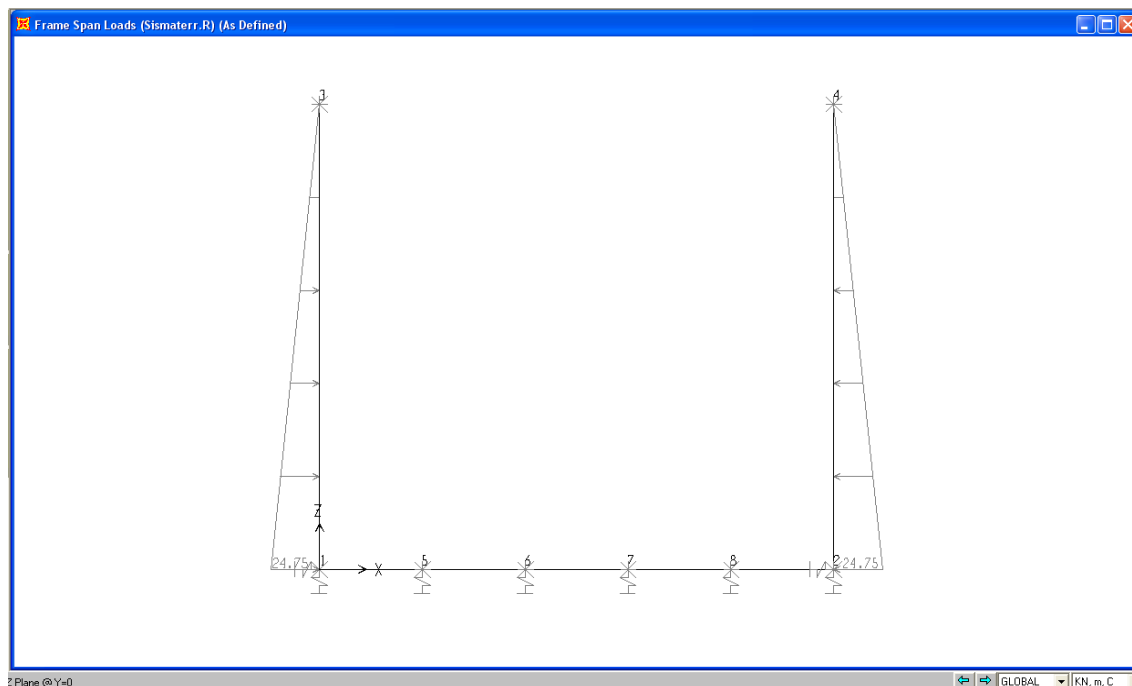


Figura 28 - Condizione di carico 4

5.6 MODELLAZIONE: OUTPUT

Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

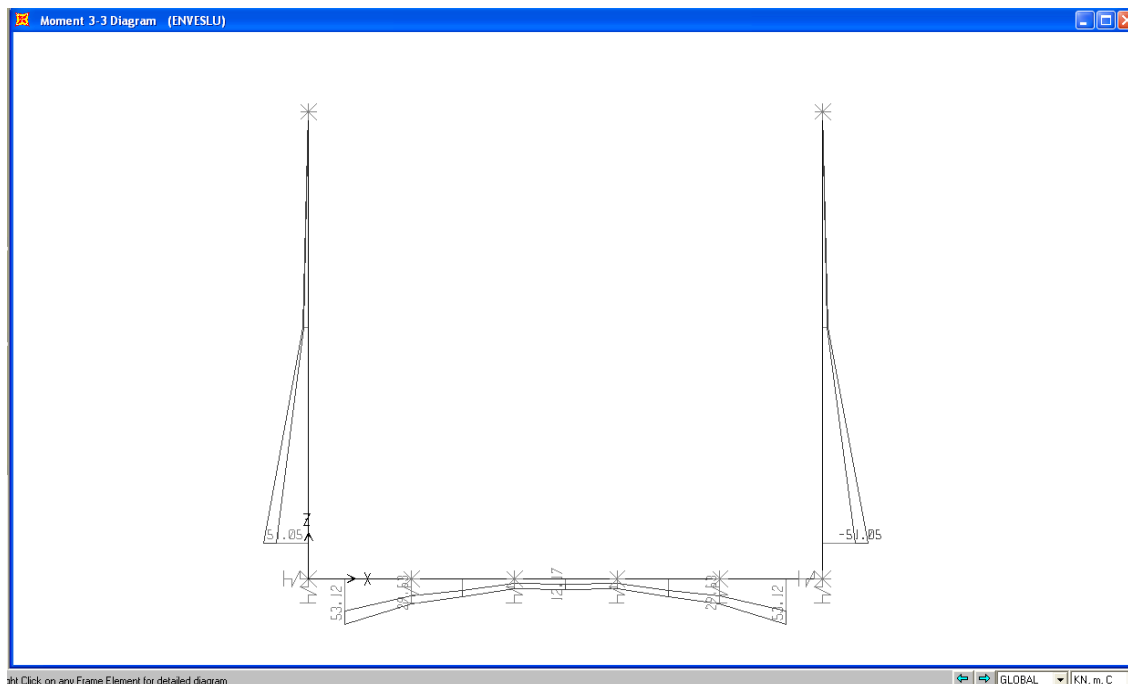


Figura 29 - Andamento momento flettente - combinazione involucro SLU

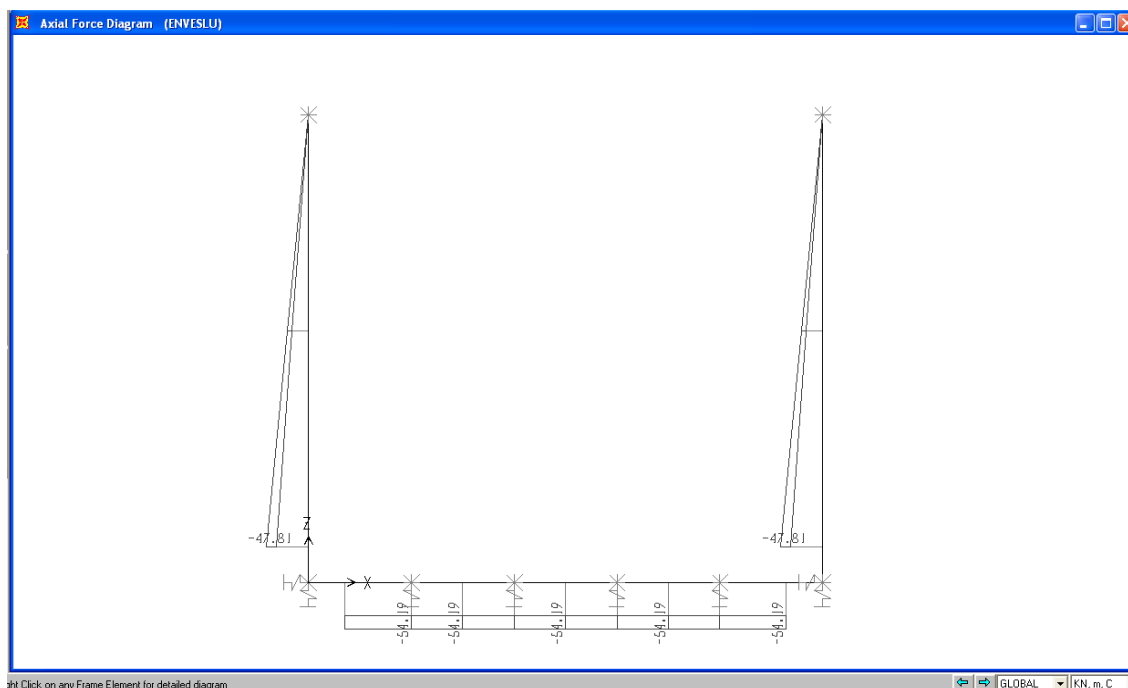


Figura 30 - Andamento sforzo assiale - combinazione involucro SLU

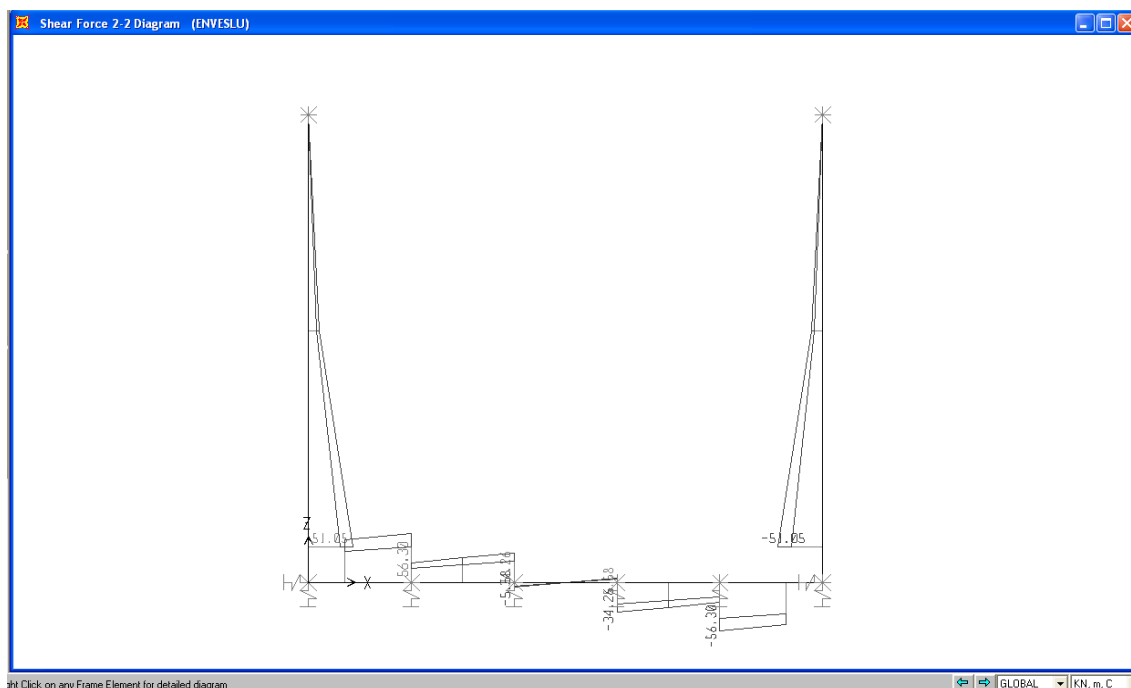


Figura 31 - Andamento sforzo di taglio - combinazione involucro SLU

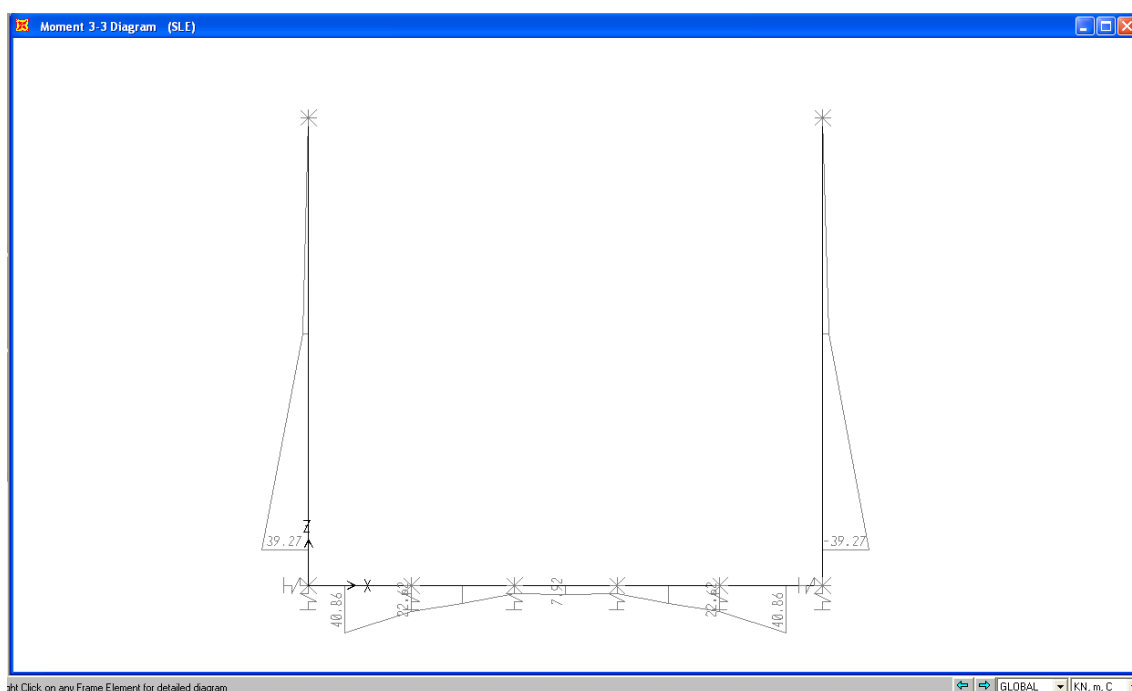


Figura 32 - Andamento momento flettente - combinazione SLE

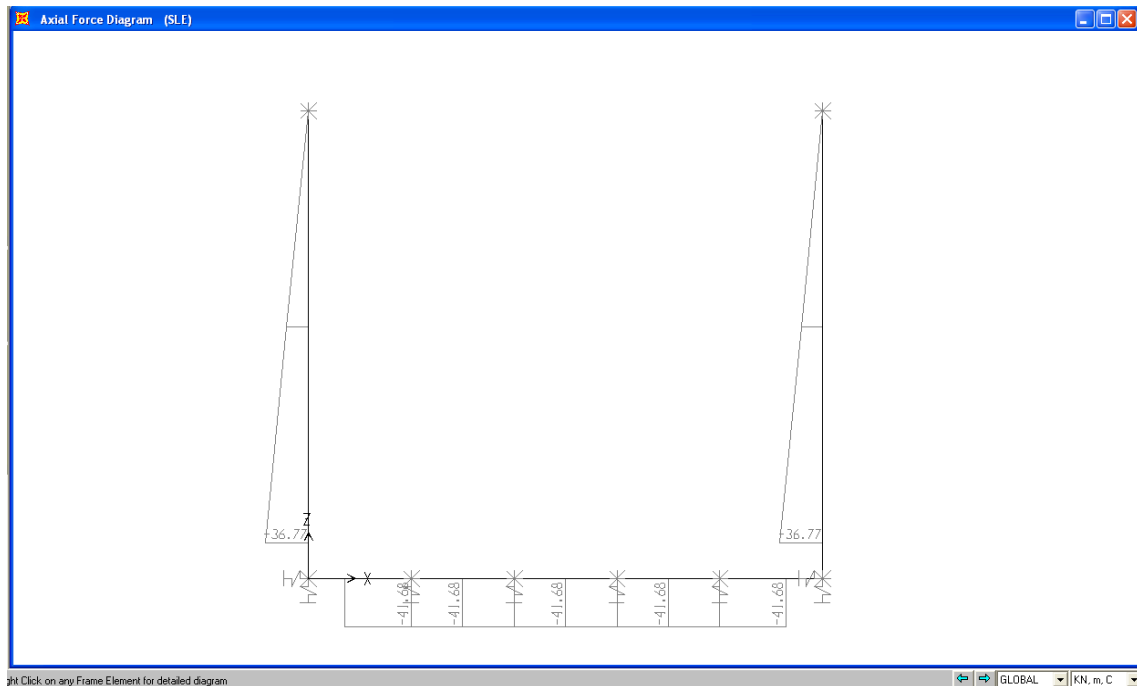


Figura 33 - Andamento sforzo assiale - combinazione SLE

5.7 VERIFICHE ELEMENTI CANALE

I risultati numerici della modellazione sono stati utilizzati per eseguire le verifiche a presso flessione, taglio e fessurazione delle sezioni caratteristiche.

Per la verifica a fessurazione, come riportato nella normativa NTC 2008, considerando armature poco sensibili e condizioni ambientali aggressive l'apertura limite delle fessure è pari a :

$w = 0.3$ mm per combinazione frequente

$w = 0.2$ mm per combinazione quasi permanente

Di seguito si riportano i valori delle massime sollecitazioni delle sezioni caratteristiche ed i risultati delle verifiche effettuate con l'ausilio del programma di calcolo RC-SEC prodotto dalla Geostru.

Soletta INFERIORE

Sezione di Mezzeria

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
6	SLU2	-50.35	12.17

Sollecitazioni SLE:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
6	SLE	-41.68	7.9

Sezione di Estremità

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
4	SLU1	-54.19	53.12	49.12

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
4	SLU1	-54.19	29.4	56.3

Sollecitazioni SLE:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
4	SLE	-41.68	40.86

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: solinf

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')
 Posizione sezione nell'asta: Non in zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20

Resis. media a trazione f_{ctm} : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 50.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre): 5.8 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre): 5.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	5035	1217	0	0
2	5419	5312	4912	0
3	5419	2940	5630	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	4168	790
2	4168	4086

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	4168	790
2	4168	4086

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²

Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	5035	1217	5063	19344	15.895	45.2		
2	S	5419	5312	5394	19408	3.654	45.2		
3	S	5419	2940	5394	19408	6.601	45.2		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01213	50.0	-0.00073	44.2	-0.02874	5.8
2	0.00350	-0.01210	50.0	-0.00072	44.2	-0.02867	5.8
3	0.00350	-0.01210	50.0	-0.00072	44.2	-0.02867	5.8

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	0	18376	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	S	4912	18427	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	S	5630	18427	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)]

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)]

Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)

Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]

Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre

Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	2.5	50.0	-0.9	50.0	-8	44.2	0.0	0	0.0	0.0
2	S	9.6	50.0	-8.1	50.0	-90	44.2	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

ScI max Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]

ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]

Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]

K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)

Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

Eps Deformazione unitaria media tra le fessure

Srm Distanza media in mm tra le fessure

Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb. Ver ScI max ScI_min Sc Eff K3 Beta12 Eps Srm Ap.Fess.

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	2.5	50.0	-0.9	50.0	-8	44.2	0.0	0	0.0	0.0
---	---	-----	------	------	------	----	------	-----	---	-----	-----

2 S 9.6 50.0 -8.1 50.0 -90 44.2 0.0 0 0.0 0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	

Sezione non fessurata

PIEDRITTI

Sollecitazioni SLU:

Frame	OutputCase	P	M3	V2
Text	Text	KN	KN-m	KN
2	SLU1	-47.8	51.05	51.05

Sollecitazioni SLE:

Frame	OutputCase	P	M3
Text	Text	KN	KN-m
2	SLE	-36.77	39.27

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritti

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')
 Posizione sezione nell'asta: Non in zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²

Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 28.80 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Frequenti in Esercizio
Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
Sc Limite : 126.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 50.0 cm
Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.8 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

1	4780	5105	5105	0
---	------	------	------	---

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	3677	3927
---	------	------

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	3677	3927
---	------	------

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm

Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
---------	-----	---	----	-------	--------	----------	---------	-----	--------

1	S	4780	5105	4773	19289	3.778	45.2		
---	---	------	------	------	-------	-------	------	--	--

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

1	0.00350	-0.01216	50.0	-0.00074	44.2	-0.02880	5.8
---	---------	----------	------	----------	------	----------	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
---------	-----	------	-----	-----	-----	----	------	-----	------

1	S	5105	18342	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	---	------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [(daN/cm ²)]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	9.2	50.0	-7.8	50.0	-88	44.2	0.0	0	0.0	0.0
---	---	-----	------	------	------	-----	------	-----	---	-----	-----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [(daN/cm ²)]
Scl_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [(daN/cm ²)]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [(daN/cm ²)]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb. Ver Sclmax Sclmin Sc Eff K3 Beta12 Eps Srm Ap.Fess.

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre

1	S	9.2	50.0	-7.8	50.0	-88	44.2	0.0	0	0.0	0.0
---	---	-----	------	------	------	-----	------	-----	---	-----	-----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000	

Sezione non fessurata

5.8 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO

Per il calcolo del carico limite della fondazione dello scatolare si utilizza la formula di Brinch-Hansen.

La verifica viene condotta allo stato limite ultimo secondo l'Approccio di progetto 1 considerando le due combinazioni:

- *Combo 1 : A1 + M1 + R1*
- *Combo 2 : A2 + M2 + R2*

Si riporta di seguito la verifica della combinazione più gravosa fra le due considerate:

- *Combo 2 : A2 + M2 + R2*

La molla più sollecitata è quella nel nodo 7 alla quale corrisponde una reazione vincolare massima allo stato limite ultimo pari a 39.84 KN. La relativa area di influenza del nodo risulta pari a BxL, con B=0.7 m e L=1 m.

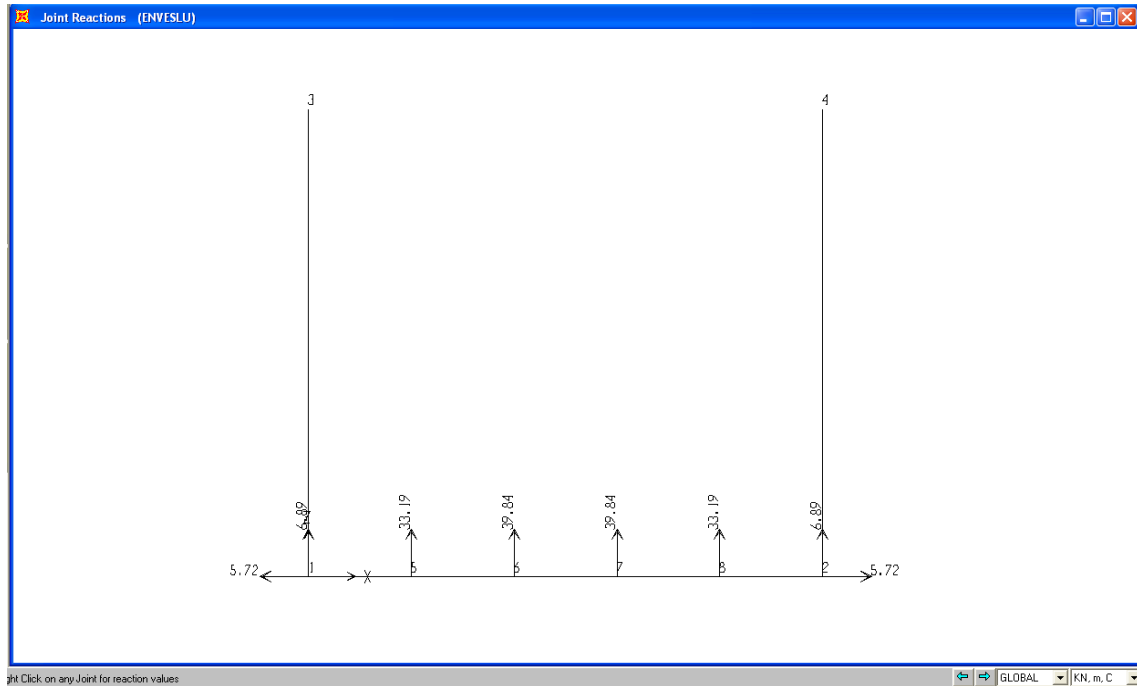


Figura 34 - Reazioni vincolari i - involucro SLU

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

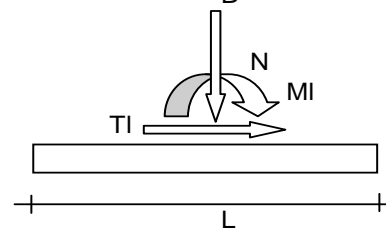
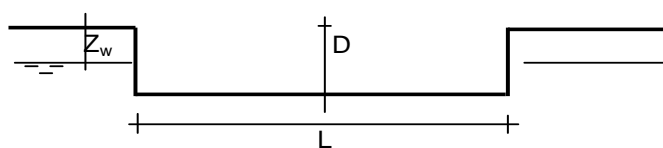
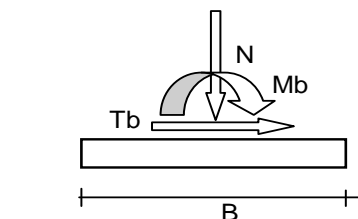
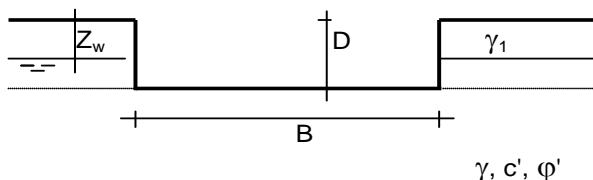
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

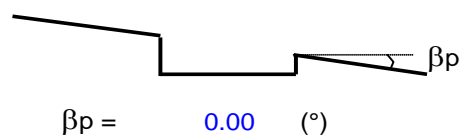
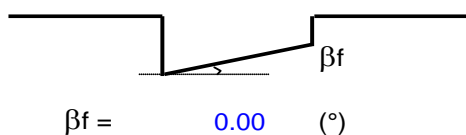
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'
Stato limite ultimo	○	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.25	1.25



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 0.70 (m)
L = 1.00 (m)
D = 3.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	39.84	0.00	39.84
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 23.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 23.00 \quad (\text{kN/mc}) \end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned} c' &= 300.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 48.00 \quad (^\circ) \end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned} c' &= 240.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 41.62 \quad (^\circ) \end{aligned}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 7.00 \quad (\text{m})$$

$$\begin{aligned} e_B &= 0.00 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B^* &= 0.70 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 69.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 23.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 80.79$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 89.80$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 145.34$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.63$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.62$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0.72$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 1.59 \quad \theta = \arctg(T_b/T_I) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 1.41 \quad m = 1.59 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cot \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

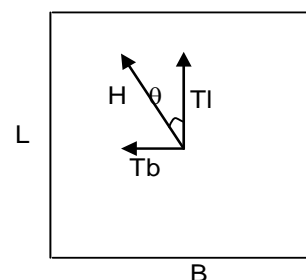
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cot \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B$

per $D/B > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B)$

$$d_q = 1.27$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.27$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 57000.72 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 56.91 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 1001.52$$